

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

Айзек Азимов

ЗАГАДКИ МИКРОКОСМОСА

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ БИБЛИОТЕКА



От атома до галактики



Ц Е Н Т Р П О Л И Г

Isaac Asimov

SCIENCE,
NUMBERS, AND I

Айзек Азимов

ЗАГАДКИ МИКРОКОСМОСА

От атома до галактики



Москва
ЦЕНТРОЛИГРАФ
2004

УДК 820
ББК 84(7Coe)
А35

Охраняется Законом РФ об авторском праве.
Воспроизведение всей книги или любой ее части
воспрещается без письменного разрешения издателя.
Любые попытки нарушения закона
будут преследоваться в судебном порядке.

Оформление художника И.А. Озерова

Азимов Айзек

А35 Загадки микрокосмоса. От атома до галактики / Пер. с англ. Т.М. Шуликовой. — М.: ЗАО Центрполиграф, 2004. — 287 с.

ISBN 5-9524-1201-7

Книги А. Азимова — это оригинальное сочетание научной достоверности, яркой образности и мастерского изложения.

В этой книге А. Азимов с присущим ему чувством юмора повествует о законах микромира, строении Вселенной, свойствах небесных тел и галактик, о превращении вещества в энергию. Рассказывает о начале своего творческого пути в жанре фантастики и научно-популярной литературы. Книга предназначена для широкого круга читателей.

УДК 820
ББК 84(7Coe)

- ⊗ Перевод, ЗАО «Центрполиграф», 2004
- ⊗ Художественное оформление, ЗАО «Центрполиграф», 2004

ISBN 5-9524-1201-7

*Посвящаю Дэвиду Азимову,
моему упрямому сыну*

ПРЕДИСЛОВИЕ

Есть один анекдот о женщине, которая беспокоилась из-за того, что ее маленький сын постоянно приносил из детского сада картинки, нарисованные черным карандашом. Солнце на них было черное; дом и цветы тоже были нарисованы черным цветом.

Наконец она решилась осторожно поинтересоваться:

— А у вас все ребята рисуют черными карандашами?

— Нет, — равнодушно ответил сын, — остальные ребята рисуют цветными карандашами.

Мать обращалась со своей проблемой ко всем соседям и знакомым, и все они как один мрачно качали головой. По их мнению, рисунки свидетельствовали о страхе и подавленности, о нелюбви к себе, неприязни к окружающему миру, аутизме. Мать волновалась все больше и, совсем отчаявшись, спросила у сына:

— Почему ты все рисуешь черным цветом?

— Да потому, — ответил мальчик, — что мой стол стоит дальше всех от коробки с карандашами, и, когда я до нее добираюсь, мне остается только черный карандаш.

Мораль: задавайте вопросы! Ответ может оказаться куда проще ваших теорий.

Я начал с этого, так как постоянно ловлю себя на мысли, что некоторые аспекты, затронутые в моих эссе, ставят читателей в тупик, и они принимают выдумывать неопишимо изобретательные гипотезы для их объяснения.

Вы держите в руках шестой сборник моих научно-популярных эссе, увидевших свет в «Журнале популярной и научной фантастики» и опубликованных издательством «Даблдей»¹. Каждый из шести сборников содержит семнадцать эссе. Возникает вопрос: почему именно семнадцать?

Кто-то решил, что я выбрал число 17, потому что это простое число. Кто-то подумал, что оно имеет для меня мистическое или символическое значение. Может быть, когда мне было семнадцать лет, со мной случилось нечто чудесное или ужасное, или я выбрал его в честь открытого Гауссом способа построения равносторонней семнадцатигранной фигуры, сыгравшего эпохальную роль в истории математики.

Однако, мне кажется, читатели уже достаточно хорошо со мной знакомы (мы с ними вообще на коротке), чтобы прямо спросить меня об этом. И вот вам мой ответ.

В 1949 году, приступая к своему первому роману «Небесная галька», я спросил своего редактора Уолтера И. Брэдбери, какой объем должна иметь книга. «Пускай будет семьдесят тысяч слов», — ответил он.

Так я и сделал. С тех пор у меня отчего-то засело в голове, что семьдесят тысяч слов — это идеальный размер для книги. Я писал книги гораздо тоньше (на две тысячи слов) и гораздо толще (на четыреста тысяч слов), но семьдесят тысяч представляется мне идеальным числом.

¹ Остальные пять: «Факты и фантазия», 1962; «Взгляд с высоты», 1963; «Еще одно измерение», 1964; «О времени, пространстве и прочих вещах», 1965; «От Земли к небесам», 1966. (Примеч. авт.)

Взявшись писать для журнала эссе по научным вопросам, я снова спросил тогдашнего редактора Роберта П. Миллза, какой они должны быть величины. «Примерно четыре тысячи слов», — сказал он.

Я послушался этого совета, и с тех пор мне всегда казалось, что четыре тысячи слов — это идеальный размер для эссе.

Итак, составляя сборник своих эссе, я задался вопросом: сколько эссе по четыре тысячи слов войдут в книгу объемом семьдесят тысяч слов? Отвечаю: семнадцать.

На самом деле в семнадцати эссе чуть меньше семидесяти тысяч слов, поэтому я прибавляю к ним краткое предисловие вроде того, что вы читаете сейчас.

Вот и все объяснение.

Некоторые люди пытаются понять, по какому принципу я подбираю темы для своих эссе. Поскольку у меня уже вышли 6 сборников по 17 эссе, всего 102 эссе, то желающим предоставляется широкое поле для деятельности по выявлению этого принципа.

Но зачем ломать себе голову? Вот чистая правда, насколько я сам сознательно ее представляю. (Я никогда не обращался к психоаналитику и потому не знаю, что запрячено у меня в подсознании; откровенно говоря, не особенно стремлюсь узнать.)

Ни разу с того момента, когда мне предложили писать эссе для ежемесячных выпусков журнала, тамошние редакторы не предлагали мне тем и не возражали против тех, которые выбирал я. Мне было совершенно ясно, что я полностью свободен в выборе.

Более того, мои редакторы также никогда не возражали против семнадцати эссе, подобранных мною для каждого конкретного сборника, или против порядка, в котором я их располагал. И здесь меня ни в чем не стесняли.

Ну, так ответьте мне, что делать писателю, которому так повезло, что он имеет возможность решать, о чем и как писать, без какой-то оглядки? Если писатель вообще в своем уме, он пишет о том, что интересует его в данный момент; я именно так и поступаю. Это, конечно, случайный выбор, случайнее не придумаешь.

В большинстве случаев я пишу о различных областях науки, потому что нахожу их очень интересными.

Однако еще больше, чем сама наука, меня интересуют числа и схемы. Тут появляется возможность выдумать сотню самых удивительных гипотез. Я предполагаю, что моя склонность имеет простое и пезатейливое объяснение: во-первых, у меня педантичный разум и мне нравится строить из чисел разные схемы; во-вторых, мне не нравится сидеть без дела, а составление схем никогда не может наскучить.

Вследствие этого в моих эссе часто говорится о числах и схемах, даже если тема не является строго научной. Поэтому в книге есть главы, посвященные не только, к примеру, астрономии, но и географической статистике, не только геологии, но и музыке.

Наконец, как легко может догадаться тот, кто читает мои книги, я интересен сам себе. Возможно, этим я уроню себя в ваших глазах, но не могу удержаться и обязательно пролезаю в начало каждого эссе.

Когда я узнал, что октябрьский номер «Журнала популярной и научной фантастики» за 1966 год будет посвящен моей персоне, я не стал сопротивляться соблазну и написал для этого номера эссе не о науке или числах, а исключительно о себе.

И свой постыдный проступок я усугубляю тем, что включаю это эссе в эту книгу.

Часть первая

НАУКА

Глава 1

ГЛАВНОЕ, ЧТОБЫ СХОДИЛСЯ БАЛАНС

Когда я был ребенком, мой отец держал кондитерскую лавку, которая закрывалась не раньше часа ночи. Мы, естественно, старались, чтобы к тому времени глава семейства уже находился дома, потому что в шесть утра лавку нужно было открывать. Поэтому мне всегда действовало на нервы, если он задерживался, доделывая последние дела: мыл стаканы, до блеска тер прилавки, выкладывал сигареты на стойку на завтрашнее утро и занимался прочими мелочами.

Больше всего раздражало меня то, как он любовно склоняется над бухгалтерскими книгами, сводя доходы с расходами и сверяя итог с суммой из кассового аппарата.

Боже упаси, если ему случалось обнаружить расхождение. Его лицо искажалось мукой, и он вновь принимался пересчитывать и перекладывать собранные за день банкноты.

Можете представить себе мою досаду, когда, будучи уже взрослым, я заехал к нему в гости и увидел, что он все так же тянет эту старую кани-

тель. Я нетерпеливо прождал его какое-то время и, наконец, спросил:

— В чем там дело?

— Не хватает доллара, — буркнул он.

К тому времени я уже сам начал зарабатывать на жизнь, поэтому сунул руку в карман и сказал:

— Папа, вот тебе *пять* долларов. Бери и закрывай магазин.

Но он гордо отстранил мою руку и проговорил сдержанным, замогильным тоном:

— Баланс должен сойтись!

И он не двинулся с места, пока баланс не сошелся.

Позже, когда я стал лучше разбираться в физике, я понял, что мой отец не так прост. Я увидел, через какой яростный круговорот вынуждены проходить ученые-физики: как им приходится разрабатывать, отвергать и снова разрабатывать теории, на пустом месте создавать новые концепции; какие кризисы им противостоят — и все потому, что они, как и мой отец, от всего сердца верят, что *баланс должен сойтись!*

Взять, к примеру, электрический заряд. Если у нас есть замкнутая система (полностью изолированная и не взаимодействующая с окружающей Вселенной) с зарядом определенной величины, то, через какие бы пертурбации ни проходила эта система, в ней должен оставаться заряд той же величины. Нельзя создать электрический заряд из ничего или превратить электрический заряд в ничто. Это называется законом сохранения электрического заряда.

Конечно, электрический заряд бывает двух типов, противоположных друг другу; они различаются как «положительный» и «отрицательный» (как приход и расход, дебет и кредит в бухгалтерии).

Если одна часть замкнутой системы заряжена положительно, а другая часть заряжена отрицательно, то, если электрические заряды одной величины, они могут погасить друг друга, тогда обе части системы будут незаряжены. Это не считается нарушением закона сохранения электрического заряда. Закон применяется только к *резльтирующему* заряду. Если часть замкнутой системы содержит электрический заряд $+5$, а другая содержит заряд -3 , то результирующий заряд системы в целом равняется $+2$; и он не может увеличиться или уменьшиться, что бы ни случилось внутри этой системы. Можно преобразовать систему таким образом, чтобы одна ее часть имела заряд $+17$, другая $+6$, третья -5 , а четвертая -16 , но $(+17) + (+6) + (-5) + (-16) = +2$. Иными словами, результирующий заряд остается неизменным.

На протяжении XIX столетия ученые рассматривали электрические заряды только большой величины. Однако открытие 1890-х годов показало, что атом состоит из мельчайших заряженных частиц. Их два типа: это протоны, заряженные положительно, и электроны, заряженные отрицательно. Величина электрического заряда была одинаковой у всех протонов и всех электронов; отличались они только противоположными знаками.

Итак, примем для удобства, что заряд протона равен $+1$, а заряд электрона равен -1 .

Как только было сделано упомянутое открытие, появилась возможность рассматривать электрический заряд больших систем с точки зрения субатомных частиц. Если одна часть системы имеет заряд $+5$, то она содержит протонов на пять больше, чем электронов; если другая часть имеет заряд -3 , то в ней электронов на три больше, чем

протонов. В целом система содержит протонов на два больше, чем электронов, и результирующий заряд равен +2.

Чтобы увеличить этот результирующий заряд, нужно было бы уничтожить несколько электронов или создать несколько протонов; чтобы уменьшить — создать несколько электронов или уничтожить несколько протонов. На протяжении 20-х годов XX века ученые считали весьма вероятным, что создание или уничтожение протонов и электронов невозможно ни при каких обстоятельствах; казалось, в этом состоит объяснение закона сохранения электрического заряда.

В самом деле, можно даже пренебречь понятием результирующего заряда, поскольку (как представлялось в 20-х годах) положительный заряд и отрицательный заряд не могут в действительности нейтрализовать друг друга в субатомном масштабе. Положительный заряд +5 и отрицательный заряд -5 нейтрализуют друг друга в большом масштабе, если протоны и электроны равномерно перемешаны друг с другом. Однако сами протоны и электроны сохраняют свое независимое существование. Все положительные заряды и отрицательные заряды никуда не деваются, они просто уравнивают друг друга.

И вдруг грянул гром. В 1932 году американский физик Карл Дэвид Андерсон открыл частицу, идентичную электрону, но имеющую противоположный заряд. Это был так называемый положительный электрон, или, для краткости, позитрон¹.

¹ Posi (tive) + (elec) tron. (Примеч. пер.)

Вскоре обнаружилось, что при столкновении позитрона с электроном (что обычно происходило в течение миллионной доли секунды после обнаружения) происходит нейтрализация заряда. Заряды позитрона и электрона исчезали, а вместе с ними исчезали и сами частицы. Процесс называли аннигиляцией.

Конечно, позитроны и электроны также обладают некоторой массой, которая является сильно сжатой формой энергии. Именно эта масса и претерпевает аннигиляцию, потому что не существует таких понятий, как положительная масса и отрицательная масса. По всей видимости, существует масса только одного типа и обе частицы, электрон и позитрон, обладают ею в равной мере. При взаимодействии двух частиц удвоенная масса должна превратиться в энергию иного вида, что и происходит. Она превращается в лучистую энергию, известную под названием гамма-лучей. Можно считать, что эти гамма-лучи состоят из частиц, которые называются фотонами и не несут электрического заряда. Два таких фотона могут возникнуть в результате взаимной аннигиляции электрона и позитрона. Таким образом, можно прийти к следующему выражению:

$$\begin{aligned} \text{электрон } (-1) + \text{позитрон } (+1) &\rightarrow \\ \text{фотон } (0) + \text{фотон } (0). \end{aligned}$$

Как видите, мы снова вернулись к тому, что результирующий заряд сохраняется. С левой стороны от стрелки результирующий заряд равен $(-1) + (+1)$, то есть нулю, а с правой стороны он равен $0 + 0$, то есть нулю. Поскольку $0 = 0$, результирующий электрический заряд сохранен.

Но если позитрон аннигилирует вместе с электроном в течение миллионной доли секунды после обнаружения, как могло случиться, что он находился поблизости от электрона достаточно долго, чтобы его успели обнаружить?

Он не находился поблизости; он возник на этом месте. Можно представить себе один из способов его возникновения, если переставить местами части рассмотренного выше выражения:

$$\text{фотон } (0) + \text{фотон } (0) \rightarrow \text{электрон } (-1) + \text{позитрон } (+1).$$

Снова в обеих частях выражения результирующий электрический заряд равен нулю. (Любое выражение, описывающее взаимодействие частиц, если оно правильно записано, можно перевернуть в обратном порядке; при этом оно останется верным. Далее при записи такого выражения я буду пользоваться двумя стрелками, направленными в противоположные стороны.)

Обратите внимание, электрон и позитрон должны *взаимно* аннигилировать, чтобы возникла энергия, и поэтому они *взаимно* создаются из энергии. Нельзя создать только электрон или только позитрон. Чтобы создать только электрон, нужно из ниоткуда взять электрический заряд -1 ; а чтобы создать только позитрон, нужно из ничего получить электрический заряд $+1$. Ни то ни другое невозможно; *баланс должен сходиться!* При возникновении *и* электрона, *и* позитрона из незаряженных фотонов получается нулевой результирующий заряд, и это правильно. Считается, что электрон и позитрон одновременно возникают из энергии, и этот процесс называется формированием электронно-позитронных пар.

Теперь давайте зададим другой вопрос.

Если отрицательно заряженный электрон и положительно заряженный позитрон, соединяясь, аннигилируют и вспыхивают фотонами, то почему нельзя заменить позитрон положительно заряженным протоном? Насколько известно, положительный заряд протона абсолютно идентичен по характеру и количеству положительному заряду позитрона и абсолютно противоположен отрицательному заряду электрона.

Почему же тогда протоны и электроны не претерпевают взаимную аннигиляцию? Конечно, это замечательно, что аннигиляции не происходит, иначе материя (которая в основном состоит из протонов и электронов, находящихся в тесных связях) не существовала бы. И все-таки, почему они взаимно не уничтожаются?

Тут есть одно подозрительное обстоятельство, которое заключается в том, что позитрон полностью соответствует электрону по массе (и в других отношениях, кроме знака электрического заряда), тогда как протон намного массивнее, чем электрон и позитрон. Точнее, он тяжелее обоих в 1836,11 раз.

Значит, если две частицы взаимно аннигилируют, приходится предположить, что не только знаки их электрических зарядов должны быть противоположны, но сами они должны быть идентичны в прочих отношениях; особенно в том, что касается массы. Давайте проведем различие между такой легкой частицей, как электрон, и относительно массивной, как протон. Электроны и другие легкие частицы называют лептонами; от греческого слова, означающего «маленький» или «слабый». Протоны и другие массивные частицы называют барионами; от греческого слова, означающего «тяжелый».

Протон является не единственным барионом. В 1933 году была открыта другая частица, практически идентичная ему по массе, но не имеющая электрического заряда. Она получила название нейтрона. Нейтрон также является барионом.

Подобным образом в 1930 году было теоретически обосновано существование частицы более легкой, чем электрон, и не имеющей электрического заряда. Эта частица была открыта в 1956 году и названа нейтрино. Нейтрино представляет собой лептон.

Куда же вписывается позитрон? Он должен быть лептоном, поскольку идентичен электрону, только имеет электрический заряд с противоположным знаком. Подчеркивая это обстоятельство, позитрон можно назвать антиэлектроном, где приставка «анти» значит «противоположный». Далее я буду пользоваться этим названием, хотя первое название позитрона, пусть и менее логичное, слишком укрепились в научной литературе, чтобы пытаться заменить его другим.

Таким образом, можно предположить, что и другие частицы имеют своих антиподов. (Впервые это предположение было выдвинуто в 1930 году английским физиком Полом Адриеном Морисом Дираком, еще до того, как хотя бы один такой антипод был в действительности открыт, — однако в течение последовавших тридцати лет все они были открыты.) Итак, протону соответствует антипротон, полностью идентичный протону, за исключением знака электрического заряда, равного -1 в отличие от заряда протона $+1$.

Даже у нейтрона есть противоположная частица. Возникает законный вопрос: как может частица быть противоположной нейтрону, если у нейтрона вообще нет заряда?

Да, верно. Тем не менее нейтрон, несмотря на отсутствие заряда, обладает магнитным полем, ориентированным в определенном направлении. У антинейтрона, также незаряженного, магнитное поле ориентировано в противоположном направлении. Свой противоположный двойник есть и у нейтрино — антинейтрино.

Итог подведем в таблице 1.

Таблица 1

ЛЕПТОНЫ И БАРИОНЫ

Лептоны		Барионы	
нейтрино	антинейтрино	протон	антипротон
электрон	антиэлектрон	нейтрон	антинейтрон

Антинейтрино и антиэлектрон можно объединить под названием антилептонов, а антипротоны и антинейтроны — под названием антибарионов. Антилептоны и антибарионы являются античастицами.

Физики обнаружили, что во всех наблюдаемых взаимодействиях частиц можно добиться того, чтобы полностью «сходилась баланс», если присвоить каждой частице «лептонное число» и «барионное число». Нейтрино и электрон получили лептонное число +1, антинейтрино и антиэлектрон получили лептонное число -1. Все четыре частицы имеют барионное число 0.

Подобным образом протон и нейтрон получили барионное число +1, тогда как антипротон и антинейтрон получили барионное число -1. Все четыре частицы имеют лептонное число 0.

Рассмотрим еще раз взаимодействие частиц с учетом электронно-антиэлектронной аннигиляции

(или, если перевернуть выражение, формирования электроно-антиэлектронных пар):

электрон + антиэлектрон $\rightleftharpoons$ фотон + фотон.

В левой части выражения мы прибавляем лептонное число $+1$ (электрон) к лептонному числу -1 (антиэлектрон), в итоге получая лептонное число, равное 0 . Следовательно, два фотона также в итоге должны иметь лептонное число, равное 0 , чтобы концепция лептонных чисел оставалась верной. Единственный вариант, в котором фотоны в сумме могут иметь лептонное число, равное 0 , такой, где каждый фотон изначально имеет лептонное число 0 .

Вы можете спросить, а не может ли существовать антифотон, тогда электроно-антиэлектронная аннигиляция может привести к возникновению фотона и антифотона с лептонными числами $+1$ и -1 соответственно? Ведь $(+1) + (-1)$ также равняется 0 .

Отвечаю вам: нет! Ни при одном наблюдавшемся взаимодействии частиц физикам не приходилось теоретически допускать существование антифотона, чтобы свести баланс. На самом деле гипотетическое существование антифотонов привело бы к чудовищным осложнениям. Например, при определенных условиях электроно-антиэлектронная аннигиляция могла привести к возникновению одного фотона либо трех фотонов. В любом из этих случаев нельзя было бы получить в итоге лептонное число 0 , если бы существовали фотоны и антифотоны с лептонными числами $+1$ и -1 . Один фотон из трех обязательно должен был бы иметь лептонное число $+1$ или -1 , но ни в коем случае не 0 .

Итак, физики пришли к заключению, что не существует антифотонов, особых и отдельных от фотонов. Фотон сам служит своей противоположностью и имеет лептонное число 0. В таком случае при аннигиляции баланс сходится идеально. Общее лептонное число суммы электрона и антиэлектрона равняется 0, а общее лептонное число любого количества возникающих фотонов также равно 0.

К такому же доводу можно прибегнуть и в случае с протонно-антипротонной аннигиляцией:

протон + антипротон $\rightleftharpoons$ фотон + фотон.

Общее барионное число суммы протона (+1) и антипротона (-1), разумеется, равно 0; общее барионное число любого количества возникших фотонов также должно быть равно 0. Следовательно, фотон должен иметь барионное число 0.

Лептонные числа и барионные числа сохраняются во всех наблюдаемых взаимодействиях частиц, так что физики говорят о «законе сохранения лептонного числа» и «законе сохранения барионного числа».

Эти законы объясняют, почему электрон и протон не претерпевают взаимную аннигиляцию; каким образом существование материи в принципе становится возможным. Электрон и протон в сумме имеют лептонное число +1 и барионное число +1. Возникающие фотоны могут иметь только общее лептонное число, равное 0, и общее барионное число, равное 0. По этой причине никакой реакции не наблюдается.

Фотон — не единственная частица, которая не является ни лептоном, ни барионом. Есть частицы более массивные, чем лептоны, и менее массивные, чем барионы, поэтому они называются

мезонами; от греческого слова, означающего «средний». Примером таких частиц является пион или пи-мезон, несущий положительный удельный электрический заряд, и антипион, несущий отрицательный удельный электрический заряд, но в остальном идентичный пиону.

Как пион, так и антипион имеют лептонное число 0 и барионное число 0. Никакой закон сохранения не оговаривает пионы или мезоны в целом. Пионы, подобно фотонам, можно свободно уничтожать и создавать. (Конечно, нельзя создать или уничтожить энергию, представленную фотонами и пионами, поскольку закон сохранения энергии по-прежнему остается самым фундаментальным законом физики, но в данном эссе мы рассматриваем частицы как частицы, а не порции энергии.)

В таблице 2 я перечисляю различные частицы по мере возрастания массы, указывая их электрический заряд, лептонное число и барионное число.

Таблица 2

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧАСТИЦ

Частица	Заряд	Лептонное число	Барионное число
Фотон	0	0	0
Нейтрино	0	+1	0
Антинейтрино	0	-1	0
Электрон	-1	+1	0
Антиэлектрон	+1	-1	0
Пион	+1	0	0
Антипион	-1	0	0
Протон	+1	0	+1
Антипротон	-1	0	-1
Нейтрон	0	0	+1
Антинейтрон	0	0	-1

Обратите внимание, в таблице 2 нет двух одинаковых сочетаний. Поэтому можно заменить название каждой частицы эквивалентным сочетанием значений. Для простоты, поскольку в качестве положительного или отрицательного числа всегда используется единица, можно опустить единицу и оставить только знаки плюс и минус.

Вот что это дает нам.

Таблица 3

СОЧЕТАНИЯ ЗНАЧЕНИЙ

Фотон	(000)
Нейтрино	(0+0)
Антинейтрино	(0-0)
Электрон	(-+0)
Антиэлектрон	(+-0)
Пион	(+00)
Антипион	(-00)
Протон	(+0+)
Антипротон	(-0-)
Нейтрон	(00+)
Антинейтрон	(00-)

Частицы, перечисленные в таблицах 2 и 3, не исчерпывают список существующих частиц. Есть множество других частиц, и большинство из них обладают тем или иным сочетанием значений, указанным в таблице 3. Например, существует мюон или мю-мезон, сочетание значений у которого такое же, как у электрона $(-+0)$, и антимюон, сочетание значений у которого такое же, как у антиэлектрона $(+-0)$. Однако мюон и антимю-

он отличаются от электрона и антиэлектрона по массе¹.

Кроме того, существует нейтральный пион, который, подобно фотону, обладает сочетанием значений (000). Нейтральный пион отличается от фотона по массе и характеристике, называемой спином.

Есть еще лямбда-частица, которая, подобно нейтрону, обладает сочетанием значений (00+), но отличается от нейтрона по массе и характеристикам, называемым странностью и изотопическим спином.

Некоторые из дополнительных качеств сохраняются (в частности, спин и странность); если эти и другие характеристики внести в таблицу 2, то можно составить более подробные сочетания значений, по которым все частицы будут отличаться друг от друга.

Единственным исключением из этого правила является странный пример мюон-нейтрино и мюон-антинейтрино. Их сочетания значений ($0 + 0$) и ($0 - 0$), соответственно, как у обычных нейтрино и антинейтрино. Также эти два типа нейтрино не отличаются друг от друга никакими прочими свойствами: массой, спином, странностью или чем-либо другим. Хотя эти два типа нейтрино ведут себя как совершенно разные частицы, пока никому не известно, какие физические свойства делают их столь несхожими.

¹ Мюоны и антимюоны также являются лептонами. По существу, закон сохранения лептонного числа можно разделить на две части: закон сохранения числа семейства электронов и закон сохранения числа семейства мюонов. Обе части держатся отдельно; благодаря обоим закон сохранения лептонного числа имеет силу. Однако это уточнение в данный момент нас не касается. (Примеч. авт.)

В данной главе я ограничиваюсь лишь теми частицами, которые упомянуты в таблицах 2 и 3, для них достаточно сочетаний из трех показателей. Каждая из одиннадцати частиц имеет свое уникальное сочетание значений, которое можно подставить вместо названия частицы, описывая ее взаимодействия с другими. Преимущество этого способа состоит в том, что с первого взгляда можно сказать, соблюдается ли закон сохранения электрического заряда, лептонного числа и барионного числа или не соблюдается. (Должен предупредить моего благосклонного читателя, что данный способ, насколько мне известно, изобрел я сам, и он не пользуется признанием в среде ортодоксальных ученых. Тем не менее я позволю себе им воспользоваться.)

Например, процесс электроно-антиэлектронной аннигиляции (или формирования пар) мы можем записать следующим образом:

$$(-+0) + (+-0) = (000) + (000).$$

Арифметически число возникших фотонов не имеет значения. Их количество может варьироваться в зависимости от изменения условий, но так или иначе к (000) прибавляется какое угодно число (000). Для удобства будем записывать только один фотон. Таким образом, выражение приобретает вид:

$$(-+0) + (+-0) = (000).$$

Складывая значения сочетаний, нужно помнить, что (+) и (-) заменяют +1 и -1; если складывать их в соответствии с этим упрощением, то, как показано в примере, выходит: (+) + (-) = 0.

В таком случае значения сочетаний электрона и позитрона складываются следующим образом:

$$\begin{array}{r} (-+0) \\ + (+-0) \\ \hline (000). \end{array}$$

Поскольку это фактически означает $(000) = (000)$ (что, разумеется, истинно), то в электронно-антиэлектронных взаимодействиях наблюдаются различные законы сохранения. Можно продемонстрировать то же самое для любого процесса аннигиляции или формирования пар.

С другой стороны, взаимодействие протона и электрона описывается выражением $(+0+) + (-+0)$. В сумме это даст не (000) , как требуется для аннигиляции, а $(0++)$, а такого сочетания, как нам известно, не существует. Итог: протонно-электронной аннигиляции не происходит. Декарт мог бы сказать: « $(+0+) + (-+0)$ не равно (000) ; следовательно, я существую».

Однако существуют некоторые взаимодействия частиц, которые не являются аннигиляцией. Взять хотя бы самое известное из них — спонтанный распад нейтрона. В 1950 году ученые открыли, что изолированный нейтрон распадается на протон и электрон. Если бы этим дело исчерпывалось, то мы имели бы следующее: $(00+) \rightarrow (+0+) + (-+0)$. Но так не сходятся концы с концами, ибо если сложить $(+0+)$ и $(-+0)$, то в результате получается $(0++)$ вместо $(00+)$, которое было у нас вначале.

Чтобы избавиться от этого ненужного $(+)$ в середине, необходимо прибавить сочетание $(0 - 0)$, которое, как видно из таблицы 3, соответствует антинейтрину. (Это необходимое участие антинейтрино или, в других случаях, нейтрино

для соблюдения различных законов сохранения заставило физиков предположить существование нейтрино и антинейтрино задолго до того, как они были открыты.)

Далее, во время распада нейтрона высвобождается энергия, что означает возникновение фотона или фотонов. Остановимся на одном фотоне и скажем, что нейтрон распадается, образуя протон, электрон, антинейтрино и фотон, и представим утверждение в следующем виде:

$$(00+) \rightleftharpoons (+0+) + (-+0) + (0-0) + (000).$$

Если сложить все сочетания значений с правой стороны, то получится:

$$\begin{array}{r} (+0+) \\ (-+0) \\ (0-0) \\ + (000) \\ \hline (00+). \end{array}$$

Таким образом, в итоге у нас выходит, что $(00+) = (00+)$, то есть законы сохранения подтверждены.

Также различные частицы удерживаются вместе внутри атомного ядра, потому что пионы взаимодействуют с протонами и нейтронами ядра. Это можно представить в виде выражения:

$$(00+) + (+00) \rightleftharpoons (+0+).$$

В такой форме мы говорим, что нейтрон плюс пион равны протону; так как в итоге мы получаем $(+0+) = (+0+)$, то законы сохранения снова подтверждаются.

К чему же это нас приводит? Мой отец действовал так, будто судьба Вселенной зависела от

того, сойдется ли у него дебет с кредитом или нет; так же ведут себя и физики. Законы сохранения одним скачком выводят нас из мира бесконечно малого в мир бесконечно большого, ибо теории о структуре, происхождении и судьбе Вселенной отчасти зависят от того, как складываются маленькие плюсы и минусы, о которых мы говорили в этой главе. Как именно они зависят, мы узнаем дальше.

Глава 2

ВЗРЫВ ИЛИ НЕ ВЗРЫВ, ВОТ В ЧЕМ ВОПРОС

Все ученые отлично проводят время¹, но уж кто развлекается всей душой, так это, по-моему, те, кто занимается космогонией. (Слово «космогония» происходит от греческих слов, означающих «рождение Вселенной»; космогонисты изучают происхождение и развитие Вселенной.)

Рождение Вселенной происходило без свидетелей, поэтому мы не располагаем показаниями очевидцев. Космогонисты строят свои умозаключения на основе некоторых весьма тонких наблюдений, сделанных на пределе возможностей современной аппаратуры. Это дает им огромное поле для приложения своего воображения и неограниченную область — все пространство и время — для применения творческих способностей. Кто тут может устоять?

Ни один астроном и даже не астроном. Не устоял и я.

¹ Я хочу сказать, за работой. Чем они занимаются в свободное время, меня не касается; мне и в голову не пришло бы интересоваться. (Примеч. авт.)

И если я мешкал, то лишь потому, что для разработки хорошей теории происхождения Вселенной, *хорошей*, а не какой-нибудь, требуется намного более глубокое знание математики и теоретической физики, чем то, которым обладаю я. Но сомнения не останавливают меня. У меня есть собственное мнение по данному вопросу, и если бы я слишком долго старался удерживать его, то от возросшего внутричерепного давления могли бы пострадать мыслительные центры моего головного мозга. Итак, прежде чем вернуться к вопросам предыдущей главы, поехали!

Существует ряд моделей Вселенной, которые в самых общих чертах описывают процесс образования Вселенной в том виде, в каком мы знаем ее сейчас, и которые предсказывают ее возможные изменения (или их отсутствие) по мере нашего движения вперед, в будущее.

Любая модель должна учитывать одно общее наблюдение. Самые удаленные видимые объекты — галактики, находящиеся за пределами нашего звездного скопления, показывают красное смещение. Иными словами, характеризующие их линии спектра смещены в сторону его красной части.

Обычно красное смещение объясняют тем, что галактики удаляются от нас. Удаляющийся объект, как известно, показывает красное смещение в исходящем от него свете; и чем больше скорость удаления, тем больше степень красного смещения.

Дело в том, что чем дальше галактика (судя по ее яркости, а также исходя из некоторых других соображений), тем больше красное смещение, а именно этого следует ожидать, если Вселенная

расширяется. Этот образ расширяющейся Вселенной очень удобен, поскольку удовлетворяет всем уравнениям, рассчитанным Альбертом Эйнштейном в его общей теории относительности. Нелепо предполагать, что Эйнштейн разработал свою теорию с тем, чтобы подстроить ее под расширение Вселенной, поскольку он предложил теорию в 1916 году, а результаты наблюдений, которые заставили ученых сделать вывод о расширении Вселенной, появились только в 1920-х годах.

Следовательно, любая модель Вселенной должна учитывать расширение и по возможности объяснять его с точки зрения физики. Если модель Вселенной подразумевает нерасширяющуюся Вселенную, тогда для красного смещения нужно найти альтернативное убедительное объяснение.

В целом модели Вселенной можно разделить на две группы: 1) теории непрерывного творения; 2) теории большого взрыва. Для удобства будем называть их аббревиатурами по первым буквам слов: НТ и БВ.

Согласно теориям НТ, творение мира происходит на протяжении всего времени атом за атомом, но такими медленными темпами, что ни один инструмент в арсенале современной науки пока не способен это определить. Тем не менее, через несколько миллиардов лет в результате этого неторопливого творения количество вещества во Вселенной удвоится.

Однако Вселенная расширяется, и за те же миллиарды лет галактики успеют разойтись друг от друга вдвое дальше. Большая часть нового вещества будет совершенно произвольно формироваться на просторах межгалактического пространства. Оно будет скапливаться в новые галактики, и поэтому расстояние между соседними

галактиками в конечном итоге не изменится. Кроме того, мы не заметим, что галактик стало вдвое больше, потому что в процессе расширения Вселенной самые дальние галактики унесутся так далеко, что их красное смещение станет очень большим, и лишь малая толика света от этих галактик достигнет нас или не достигнет вовсе.

Итак, согласно модели НТ, галактики непрерывно удаляются, выходя за пределы действия приборов, и одновременно продолжается постоянное образование новых галактик, так что в итоге картина Вселенной со временем не меняется. У Вселенной нет ни истинного начала, ни истинного конца. Вселенная вечна и — в общем и целом — неизменна. Разумеется, отдельные галактики меняются; в том числе наша. Они продолжают образовываться из межзвездного вещества в межгалактическом пространстве, будут развиваться и затем умирать; но система останется неизменной.

В теориях БВ все по-другому. Вселенная имеет начало и конец; во всяком случае, давным-давно было такое время, когда она радикально отличалась от теперешней Вселенной, и в будущем наступит такое время, когда она снова претерпит радикальные изменения.

В моделях БВ расширение Вселенной объясняется непосредственно с точки зрения физики. Если Вселенная расширяется так, будто ее фрагменты разлетаются после взрыва, значит, когда-то в ней действительно произошел взрыв.

Когда-то давным-давно все вещество Вселенной было сжато в невероятно сконцентрированный сгусток. Это «космическое яйцо» взорвалось, и из его остатков образовались галактики, которые после того давнего чудовищного взрыва до

сих пор разлетаются друг от друга вопреки взаимному притяжению.

Какая же концепция верна — НТ или БВ? Непрерывное творение или большой взрыв?

Вселенная в том виде, в каком она существует сейчас, укладывается в модели обоих типов, но нельзя сказать то же о Вселенной, рассматриваемой во времени.

Согласно концепции НТ, со временем во Вселенной не происходит никаких глобальных перемен. Старые галактики удаляются, а новые образуются таким образом, что вещество распределяется в пространстве с одной и той же плотностью как сейчас, так и триллион лет назад; так будет и через триллион лет. Более того, новые галактики произвольно смешиваются со старыми; в любой конкретный момент времени любая отдельно взятая галактика окружена другими галактиками, стоящими на самых разных этапах развития — от самых молодых до самых старых.

В соответствии с концепцией БВ, со временем во Вселенной происходят глобальные перемены. Миллиарды лет назад все галактики были молоды и находились на близком расстоянии друг от друга. Через миллиарды лет все галактики состарятся и разбегутся на большие расстояния друг от друга. Кроме того, в любой конкретный момент времени любая отдельно взятая галактика окружена другими галактиками одинакового с ней возраста.

Это значит, что истинность моделей НТ и БВ можно проверить с помощью машины времени, отправившись в далекое прошлое или далекое будущее, чтобы взглянуть на Вселенную.

В каком-то смысле это нам по силам. Свет не может распространяться со скоростью более

186 282 миль¹ в секунду. В земном масштабе это очень быстро, но в космическом — прямо-таки черепаший шаг. Свет более отдаленных галактик достигает нас через миллиарды лет. Это значит, что, глядя на самые далекие галактики, мы видим Вселенную такой, какой она была миллиарды лет назад.

Значит, нужно лишь определить, похоже ли в общих чертах то, что мы видим вдаль, на то, что мы видим рядом. Если похоже, то тем самым опровергается модель БВ; если нет, то опровергается модель НТ. (Обратите внимание, я говорю не «подтверждается», а лишь «опровергается». Опровержение модели БВ само по себе не является подтверждением модели НТ, поскольку они не исключают существование других концепций. И обе могут оказаться ошибочны. Аналогично, опровержение модели НТ само по себе не является подтверждением модели БВ. Тем не менее, исключение одной из них представляет собой огромный шаг вперед, ибо наука отвергает один из неверных путей, по которому уже не нужно идти.)

Правда, тут есть один подвох. Очень трудно разглядеть что-то на расстоянии более миллиарда световых лет. Небольшие различия между тем, что мы наблюдаем там и здесь, неизбежно ускользнут от нашего внимания хотя бы потому, что самые далекие галактики не доступны подробному исследованию. Если какие-то различия существуют, остается надеяться, что они достаточно значительны, чтобы ясно проявиться на расстоянии в несколько миллиардов световых лет.

Астрономы не могли поверить своей удаче, когда, наконец, это произошло.

¹ М и л я = 1609 м.

В конце 1950-х годов некоторые звезды, которые казались тусклыми и ничем не примечательными членами нашей Галактики, вдруг приобрели широкую, но печальную известность — оказалось, что они испускают радиоволны.

К настоящему времени во Вселенной открыто множество источников радиоволн, но только один из них представляет собой обычную звезду. Это единственное исключение — наше Солнце, и мы распознали его радиоволновое излучение лишь потому, что находимся в непосредственной близости от него. Если бы Солнце находилось так же далеко, как ближайшая к нам звезда, то его радиоизлучение не поддавалось бы обнаружению. Радиоволны, достигающие нас из-за пределов Солнечной системы, исходят от остатков сверхновых звезд или (если излучение приходит из-за пределов нашей Галактики) от необычайных катастроф, подобных взрыву галактики.

Но теперь, как казалось, радиоизлучение исходило от обычных звезд нашей Галактики.

Астрономы не спускали глаз с этих звезд и обнаружили рядом с некоторыми из них небольшие клочки туманности; хотя они и казались звездами, но далеко не обычными. Кроме туманности, в их спектре присутствовали не поддающиеся идентификации линии, не похожие на линии спектра известных объектов. Возможно, это все-таки были звезды, но в высшей степени экстраординарные.

Затем в начале 1963 года было замечено, что некоторые их спектральные линии имеют особенности, характерные для спектральных линий водорода, с тем отличием, что они должны быть в ультрафиолетовом спектре. Может быть, линии сместились в сторону красной части видимого диапазона

спектра? Иначе говоря, красное смещение в полном смысле слова. Если допустить красное смещение, то и другие линии выглядят знакомыми. Но если мы допускаем красное смещение и предполагаем, что оно свойственно звездам в силу общего расширения Вселенной, тогда выходит, что они находятся, мягко говоря, очень далеко. Учитывая, с какой скоростью расширение Вселенной уносило их от нас, эти объекты должны были бы находиться на немыслимо громадном расстоянии — более миллиарда световых лет.

Если это так, то источники радиоизлучения не могут быть звездами, обычными или необычными, ибо на таком расстоянии невозможно различить объект размером со звезду. Таинственные объекты стали называться квазизвездными (то есть «звездopodobными») радиоисточниками. Вскоре уродливый термин «квазизвездный радиоисточник» сократили до еще более уродливого «квазара»¹.

К настоящему времени открыто больше ста предполагаемых квазаров, у нескольких десятков из них подробно изучены спектральные линии. Все спектры показывают чрезвычайное красное смещение. По всей видимости, нет ни одного квазара, который находился бы ближе миллиарда световых лет, а несколько квазаров удалены от нас, возможно, на расстояние восьми миллиардов световых лет. (Это самые далекие из известных объектов.)

Чтобы иметь такую яркость, преодолевающую чудовищные расстояния, квазары должны светиться со страшной силой. Средний квазар должен быть примерно в несколько сотен раз ярче средней галактики. Однако нельзя сказать, что по

¹ Quas(i-stell)ar. (Примеч. пер.)

размеру средний квазар в несколько сотен раз больше средней галактики. Если бы они были столь велики, то, несмотря на свою отдаленность от нас, имели бы видимую форму, а не казались бы светящимися точками. На самом деле у астрономов есть основания полагать, что квазары имеют не более нескольких световых лет в диаметре (сравните с нашей Галактикой, диаметр которой составляет 100 тысяч световых лет).

Современные астрономы ломают себе головы, пытаясь понять, что это за объект, который имеет в диаметре несколько световых лет, но сияет, словно сотня галактик. Где источник его энергии? Каким образом она поступает? Как образуется квазар? Когда он погибает?

Пока отложим все эти загадки в сторону. Что бы ни давало силы квазару, давайте задумаемся о самом факте его существования и о том, что он кардинально отличается от всего наблюдаемого сравнительно близко к нам.

Допуская, что квазары находятся на очень большом расстоянии от нас в миллиарды световых лет, мы тем самым допускаем, что их свет идет к нам миллиарды лет. Таким образом, квазары обитали во Вселенной, которая на несколько миллиардов лет моложе теперешней. Кроме того, рядом с нами квазаров нет.

Следовательно, миллиарды лет назад существовала Вселенная, где квазары встречались относительно часто; а сейчас мы живем во Вселенной, где квазаров нет. Отсюда следует логический вывод, что между прошлым и настоящим есть большое и явное различие; и квазары представляют собой недолговечные объекты, существовавшие только в молодой Вселенной. Необязательно подробно разбираться в квазарах, чтобы понять,

что их существование отменяет модель НТ, утверждающую, что Вселенная в целом не меняется.

Итак, в нашем распоряжении остались модели БВ, которые также могут оказаться ошибочными, но могут и подтвердиться.

Но подождите, не так быстро. Все сказанное верно в том случае, если квазары действительно паходятся на расстоянии в миллиард и более световых лет от нас. А почему мы так решили? Только из-за красного смещения? А если у красного смещения есть другое объяснение, и квазары в итоге окажутся тем, чем представляются: тусклыми звездами, расположенными в нашей собственной Галактике.

Дело не только в красном смещении. Один из квазаров (кстати говоря, наиболее изученный), гордо величаемый 3C273¹, находится в направлении галактического скопления в созвездии Девы. Это скопление окружено облаком водорода; и для света, излучаемого 3C273, характерны спектральные линии, которые указывают на то, что водород поглощает некоторую часть его излучения. Напрашивается предположение, что на пути к нам свет от 3C273 проходит сквозь облако, окружающее скопление в созвездии Девы, и он должен располагаться за этим скоплением. Верно?

Известно, что скопление в созвездии Девы находится на расстоянии 40 миллионов световых лет; значит, 3C273 должен находиться еще дальше. А 3C273 — ближайший из известных нам квазаров.

¹ Это 273-й по счету объект, зарегистрированный в Третьем кембриджском каталоге источников радиоизлучения. (Примеч. авт.)

Во всяком случае, у него наименьшее красное смещение.

Тем самым исключается возможность того, что квазары — это странные звезды нашей Галактики. Квазар 3C273, безусловно, не является такой звездой, а если один квазар представляет собой большой, удаленный объект с огромной светимостью, с какой стати другие аналогичные объекты должны быть маленькими, расположенными неподалеку звездами?

С другой стороны, если квазары находятся далеко, то *насколько* далеко? До скопления в созвездии Девы 40 миллионов световых лет; может быть, до 3C273 всего 50 миллионов световых лет. Может быть, до некоторых квазаров не больше 10 миллионов световых лет.

Если расстояние до квазаров измеряется миллионами, а не миллиардами световых лет, тогда, чтобы выглядеть так ярко, им не нужно обладать сверхсветимостью. Возможно, они не ярче, а тусклее средней галактики в сто раз. Объект в сто раз тусклее галактики объяснить гораздо проще, и астрономы могли бы вздохнуть свободнее. Кроме того, если квазары близко расположены и тусклы, то они, вероятно, существуют и в дальних уголках Вселенной, но слишком тусклы, чтобы их разглядеть. В таком случае разумно предположить, что квазары представляют собой обычное явление, распространены во всей Вселенной, но только ближайшие из них поддаются обнаружению. Тогда получается, что Вселенная прошлого не так разительно отличается от Вселенной настоящего, и теория НТ не опровергается.

Но если квазары расположены сравнительно недалеко, перед нами встает непреодолимая проблема: как объяснить громадное красное смеще-

ние? Насколько мне известно, у красного смещения есть три причины; две обоснованные и одна сомнительная. Сначала давайте рассмотрим сомнительную. Существует предположение о том, что с пройденным расстоянием свет теряет энергию и постепенно длина его волны увеличивается, смещаясь в красную сторону. Тогда красное смещение становится признаком так называемого «усталого света». Согласно этому взгляду, Вселенная не обязательно должна расширяться. Чем дальше галактика, тем больше «устает» и краснеет свет, — вот в чем причина.

Недостаток данной теории состоит в том, что никому еще не удалось предложить убедительное объяснение, каким образом происходит красное смещение усталого света. Если свет теряет энергию, она должна переходить в нечто другое (по закону сохранения энергии). Во что же? Это никому не известно.

Может быть, мы просто еще не знаем, куда исчезает энергия; или дело в том, что закон сохранения энергии действителен не при любых условиях. Но в таком случае у нас должны быть способы измерить малую усталость света, испускаемого звездами нашей собственной Галактики, а мы не можем это сделать.

Короче говоря, нет теоретического обоснования или результатов наблюдений, которые свидетельствовали бы о красном смещении усталого света, поэтому придется от этой гипотезы отказаться.

Таким образом, у нас остаются два обоснованных объяснения красного смещения. Одно из них учитывает гравитационное поле, которое, согласно общей теории относительности Эйнштейна (подтвержденной наблюдениями), поглощает энергию света, исходящего от тела.

Но для того, чтобы причиной красного смещения квазаров была гравитация, требуется колоссальное гравитационное поле и, следовательно, огромные масса и плотность; астрономам вовек не пайти их разгадку. Объяснить существование огромного, сверхплотного, расположенного неподалеку квазара ничуть не проще, чем объяснить существование огромного, отдаленного и обладающего сверхсветимостью.

По-моему, большинство астрономов предпочитают решать проблему колоссального расстояния, а не проблему колоссальной гравитации.

Это вынуждает нас искать объяснение красного смещения в быстром разбегании космических объектов; но если так, то следует ли относить разбегание за счет общего расширения Вселенной? Является ли это *единственной* возможной причиной разбегания?

Предположим, что квазары расположены относительно близко. Не может ли скорость их удаления, сравнимая со скоростью света, объясняться последствиями взрыва в галактическом масштабе — «малым взрывом»? Их быстрое разбегание, неправильно понятое как признак общего расширения Вселенной, может ввести астрономов в заблуждение и заставить считать, что объект находится в тысячу раз дальше, чем на самом деле.

Между прочим, в 1966 году один стэнфордский астроном сообщил, что по меньшей мере пять квазаров находятся подозрительно близко к «странным галактикам» — галактикам, которые пережили какую-то катастрофу и приобрели нетипичную форму.

Но если квазары, вмещающие в себя миллионы звезд, образуются в результате галактическо-

го взрыва, неужели некоторые из них не могли быть отброшены взрывной волной в *нашу сторону* и пройти мимо нас? Неужели некоторые из них не должны приближаться к нам, а не удаляться от нас? Неужели хотя бы *один* из них не должен двигаться в нашем направлении?

Приближаясь, квазар проявлял бы большое смещение спектральных линий к противоположному краю — фиолетовому. Но не было обнаружено ни одного квазара, для которого было бы характерно большое «фиолетовое смещение». Многие квазары быстро удаляются, но ни один квазар не приближается.

Галактические взрывы, отбрасывающие все осколки в одном, противоположном нам, *направлении* и ни одного осколка в другом — это слишком даже для совпадения.

Есть и другая возможность: квазары не образуются в результате взрыва, не двигаются на сверхскоростях, но невероятно быстро коллапсируют¹. Тогда поверхность объекта, испускающего свет в *нашу сторону*, будет выглядеть как движущаяся к центру объекта, в противоположную сторону от нас. Именно такое «удаление» отвечает за красное смещение. В таком случае все равно, в каком направлении перемещаются квазары, медленно от нас или медленно к нам; сверхбыстрый коллапс неизменно будет выглядеть как удаление в пространстве и вызывать красное смещение.

Однако коллапс подразумевает движение вещества в сторону центра объекта, и центр не мо-

¹ Гравитационный коллапс — катастрофически быстрое сжатие массивных тел под действием гравитационных сил. (Примеч. пер.)

жет находиться на расстоянии более светового года в лучшем случае. При наблюдаемых скоростях удаления (приближающихся к скорости света) такой коллапс продолжался бы не дольше нескольких месяцев. Странно, что мы застали столько небесных тел в самом разгаре такого кратковременного процесса. Мне кажется, что это тоже слишком много для простого совпадения.

Так что, по-моему, нам остается только одно объяснение красного смещения: огромная удаленность квазаров и общее расширение Вселенной. И это значит, что теория НТ неверна.

Следовательно, нам осталась теория БВ — большого взрыва, которая также может оказаться ошибочной; но может быть, и нет.

Предположим, что Вселенная действительно началась со сгустка невероятно плотного вещества, и это космическое яйцо взорвалось. В момент взрыва там было ужасно жарко: по расчетам 1965 года первоначальная температура достигала 10 миллиардов градусов по шкале Кельвина.

Тогда, если наши приборы могут проникнуть достаточно далеко в космос, они могут проникнуть и в глубь прошлого, чтобы уловить слабые остатки излучения, сопровождавшего большой взрыв. При температуре, указываемой для первичного *файербола*¹, оно должно быть в коротковолновом диапазоне рентгеновского излучения. Однако на таких расстояниях красное смещение столь велико, что спектральные линии излучения выйдут далеко за пределы видимого красного диапазона и перей-

¹ *Файербол* в астрономии — первичный огненный шар (начальное состояние Вселенной). (Примеч. пер.)

дут в микроволновый диапазон электромагнитного спектра. Излучение станет характерным для объекта с температурой всего 10 градусов Кельвина (то есть на 10 градусов выше абсолютного нуля).

В начале 1966 года было обнаружено фоновое микроволновое излучение, похожее на предсказанное, но длины волн были эквивалентны температуре всего 3 градуса по Кельвину. Значит, астрономы сумели различить то, что можно называть «криком новорожденной Вселенной». Неожиданно низкая температура, которой эквивалентно микроволновое излучение, заставила астрономов предположить, что исходный файербол был холоднее, чем считалось. Им придется кое-что поменять в расчетах, но это нас не касается, поскольку не имеет отношения к основной проблеме: взрыв или не взрыв.

Находясь между квазарами и реликтовым излучением, я обеими руками голосую за теорию БВ. И это меня не радует, ибо с чисто эмоциональной точки зрения модель НТ (непрерывного творения) мне представляется гораздо более удовлетворительной.

Если мы соглашаемся с теорией БВ, перед нами встает затруднительный вопрос. Это большое космическое яйцо, от взрыва которого образовалась наша Вселенная, откуда оно взялось?

Можно пожать плечами и сказать: «Оно существовало всегда».

Но если оно существовало всегда, почему вдруг взорвалось? Если оно целую вечность пролежало в полном покое, что с ним стряслось?

Что ж, поразмыслим. Некоторые модели БВ описывают один взрыв и последующее вечное разбегание. Все галактические скопления будут удаляться друг от друга, пока разделяющие их

расстояния не станут такими громадными, что из одного скопления нельзя будет различить другое. Когда наступит эта пора, Вселенная для нас будет состоять из нашей Галактики, туманности Андромеды и примерно дюжины младших членов «местного звездного скопления». Вот и все. К тому времени скопление начнет умирать, а Солнце превратится в белого карлика.

Довольно унылая картина, хотя никто из нас не доживет до этой печальной развязки.

С другой стороны, существует возможность, что первоначальный взрыв был не так силен, чтобы навеки разметать галактические скопления. Скорее всего, скорость разбегания фрагментов начальной Вселенной под влиянием неутомимой силы взаимного притяжения медленно сокращается. В конечном итоге осколки взорвавшейся Вселенной остановятся словно подброшенный мяч, а затем снова станут сближаться все быстрее, быстрее и быстрее. Вещество Вселенной сольется воедино в космическое яйцо, которое, разумеется, тут же взорвется, и цикл начнется заново.

Это так называемая «осциллирующая Вселенная»; недавно ученые высказали гипотезу о том, что период колебания от одного космического яйца до другого составляет немногим более 80 миллиардов лет.

Если дело обстоит именно так, то не нужно ломать голову, раздумывая, отчего космическое яйцо существует целую вечность в покое и вдруг взрывается. Нет никакого вечного покоя. Яйцо существует краткий миг каждые 80 миллиардов лет; оно образуется и взрывается, образуется и взрывается, образуется и взрывается...

Но материал, из которого состоит космическое яйцо, материал, рассеянный по известной нам

Вселенной в виде вещества и энергии, — откуда взялся он?

Итак, мы подошли к теории происхождения Вселенной, которую разработал я сам и собираюсь изложить в следующей главе, опираясь на материал этой и предыдущей глав.

Глава 3

КОСМИЧЕСКИЙ ЧЕТЫРЕХЛИСТНИК

История полна историческими анекдотами, недостоверными рассказами о словах и поступках разных людей, которых они никогда не говорили и не совершали. Например, о том, как Джордж Вашингтон срубил вишневое деревце, а Галилей бросал ядра разного веса с Пизанской башни. К сожалению, выдумки зачастую интереснее правды, и потому освободиться от них невозможно. Еще более прискорбной мне кажется избирательность моей памяти, из-за которой я накрепко запоминаю какую-нибудь сомнительную байку, часто забывая реальные факты.

Рассказывают одну историю про святого Августина, скорее всего вымышленную (иначе она давно выветрилась бы у меня из головы).

Однажды кто-то, желая посмеяться, спросил его: «Чем занимался Бог прежде сотворения небес и земли?» И святой Августин воскликнул: «Творил пекло для тех, кто задает такие вопросы!»

Но я надеюсь, что святой Августин пошутил. Поговорив о законах сохранения в первой главе и расширении Вселенной во второй главе, я намерен приступить к изложению моей теории о рождении и развитии Вселенной в свете законов

сохранения. Для этого мне (среди прочего) придется задать этот «непроизносимый» вопрос: что же было до начала всего?

Я закончил вторую главу изображением осциллирующей Вселенной, которая расширяется и сжимается, потом снова расширяется и опять сжимается; это происходит без остановки, причем на каждый цикл расширения и сжатия уходит примерно 80 миллиардов лет, а в точке максимального сжатия каждого цикла образуется чрезвычайно плотное космическое яйцо.

Продолжая тему, начнем с вопроса, одинаковы ли все циклы, или от цикла к циклу происходят какие-то изменения; может быть, односторонние изменения.

Например, можно привести такой довод, что по мере расширения Вселенной она постоянно испускает безмассовые частицы — фотоны и нейтрино. Эти фотоны и нейтрино разлетаются и пропадают навсегда. Когда Вселенная вновь сожмется, масса, сконцентрированная в космическом яйце, станет меньше из-за потери масс-эквивалента энергии, заключавшейся в потерянном излучении. Так будет продолжаться каждый цикл, причем каждое новое космическое яйцо будет иметь меньшую массу, чем предыдущее; наконец, образуется космическое яйцо со столь малой массой, что оно не сможет как следует взорваться. Когда это случится, вся Вселенная будет состоять из одного громадного, медленно умирающего сгустка сжатого вещества.

В таком случае мы живем не просто в осциллирующей Вселенной, но во Вселенной с затухающими колебаниями. С этой точки зрения Все-

ленная похожа на не слишком упругий мяч, отскакивающий от пола. Каждый его прыжок ниже предыдущего, пока мяч совсем не перестанет подпрыгивать и останется лежать на месте.

Эта картина довольно убедительна, поскольку завершается логическим концом, явлением, которое знакомо нам из повседневной жизни и с которым поэтому мы склонны согласиться. Но давайте обратим взгляд в прошлое. Как быть с космическим яйцом, которое существовало раньше космического яйца, давшим начало теперешнему расширению Вселенной? Предыдущее яйцо по теории затухающих колебаний массивнее нашего, а то, что было до него, еще массивнее. По мере углубления в прошлое нам будут встречаться все более массивные космические яйца и все более интенсивные космические взрывы. Так мы столкнемся с большой проблемой, ибо разобраться с бесконечно увеличивающейся массой совсем не просто. У Вселенной с затухающими колебаниями очень складный конец, но нет такого же складного начала.

К счастью, затухающие колебания нас не запутают. Фотоны и нейтроны не «пропадают навсегда». Они, конечно, удаляются от своего источника излучения по «прямой линии», но что означает эта «прямая линия»? Положим, мы нарисовали прямую линию на поверхности Земли. Нам может показаться, что если мы и дальше будем вести эту линию идеально прямо, то она будет продолжаться вечно и точка на этой линии, путешествующая вместе с ней, окажется «потерянной навсегда» для того, кто стоит в месте, где линия начинается. Однако всем известно, что земная поверхность искривлена, и «прямая линия» в конечном счете (если мы примем земной

шар за идеальную сферу) вернется к месту своего начала.

Аналогичным образом фотоны и нейтроны, путешествуя на начальном участке Вселенной вдоль «прямой линии», затем описывают огромный круг и возвращаются к началу. Вселенная «искривленного пространства» имеет конечный объем, поэтому материя и энергия должны оставаться в пределах этого объема.

По мере сжатия Вселенной все вещество, а также фотоны и нейтрино будут концентрироваться в одном месте. Безмассовые частицы начнут двигаться по «прямой линии», но эти «прямые линии» затем искривятся, и все содержимое предыдущего космического яйца без каких-либо потерь перейдет в содержимое следующего космического яйца. Каждое космическое яйцо абсолютно идентично предыдущему и следующему; значит, нет никаких затухающих колебаний. В такой осциллирующей Вселенной нет начала и конца, каких-то изменений. Таким образом, перед нами встает малоприятная концепция вечности, причем в целом это неизменная вечность.

Однако в течение одного цикла колебаний есть, конечно, начало, конец и колоссальные изменения.

Но какова природа космического яйца? Она зависит от характера Вселенной. В субатомном масштабе наш участок Вселенной состоит главным образом из шести типов частиц: протонов, электронов, нейтронов, фотонов, нейтрино и антинейтрино. Другие существующие частицы присутствуют лишь в малых количествах, и потому проигнорируем их.

Субатомные частицы связаны в атомы, атомы связаны в звезды и галактики. Мы можем допустить, что шесть видов частиц, составляющие нашу часть Вселенной, составляют и все остальные ее части, и даже самая далекая галактика, по существу, аналогична нашей.

По мере того как вся масса и энергия Вселенной стягиваются в космическое яйцо, один за другим ломаются уровни организации Вселенной. Галактики и звезды соединяются в одну сжимающуюся массу. Более сложные атомы распадаются на атомы водорода, поглощая нейтрино и фотоны. Атомы водорода распадаются на протоны и электроны, поглощая фотоны в процессе распада. Протоны и электроны соединяются, образуя нейтроны, поглощая антинейтрино в процессе соединения.

В конце концов Вселенная превращается в космическое яйцо, состоящее из массы плотно упакованных нейтронов — вещества, называемого нейтронием.

Сгусток нейтрония имеет плотность примерно 400 000 000 000 000 граммов на кубический сантиметр; если бы масса Солнца была сжата с плотностью нейтрония, оно превратилось бы в шар радиусом около 6,6 миль.

Если принять, что масса галактики Млечного Пути примерно в 135 000 000 000 раз больше массы Солнца, то из всей нашей Галактики, превращенной в нейтроний, получился бы шар радиусом около 33 600 миль.

Если принять, что масса Вселенной в 100 000 000 000 раз больше массы нашей Галактики, то космическое яйцо имеет радиус около 156 000 000 миль. Если центр такого космического яйца совпадет с центром нашего Солнца, то поверхность космического яйца почти совпадет

с орбитой Марса. А если бы масса Вселенной была в 20 тысяч раз больше указанной, то космическое яйцо, состоящее из чистого плотного нейтрония, не вышло бы за орбиту Плутона.

Как же космическое яйцо укладывается в законы сохранения, о которых мы говорили в главе 1?

Можно легко представить себе, что количество движения космического яйца равно нулю, иными словами, яйцо неподвижно. Когда оно взрывается и начинает расширяться, отдельные части получают импульс в том или ином направлении, но все эти импульсы в сумме дают ноль. Таким же образом угловой момент космического яйца можно назвать нулевым, и, хотя осколки расширяющейся Вселенной имеют отличные от нуля угловые моменты, общий угловой момент опять же равен нулю.

Короче говоря, так и подмывает установить правило, по которому для любой сохраняемой величины значение этой величины в космическом яйце равно нулю или может быть приравнено к нулю без особых логических затруднений.

Так как, насколько мне известно, эта идея принадлежит мне — особенно в том виде, в каком я собираюсь развивать ее в данной главе, — я отброшу скромность и буду называть ее «космогоническим принципом Азимова».

В самом лаконичном выражении принцип гласит: «В Начале не было Ничего».

Возьмем, к примеру, закон сохранения электрического заряда. Из шести видов частиц, составляющих Вселенную, один (протоны) имеет положительный заряд и один (электроны) имеет

отрицательный заряд. В обычных условиях они не могут соединиться и взаимно нейтрализовать свои электрические заряды (см. главу 1), но формирование космического яйца происходит в достаточно экстремальных условиях, чтобы эти две частицы соединились, образуя нейтрон. Таким образом, электрический заряд космического яйца равен нулю. (В Начале не было Заряда.)

Во время взрыва и дальнейшего расширения космического яйца заряд, безусловно, появляется, но величины отрицательного и положительного зарядов равны друг другу, так что общий заряд остается нулевым.

А что с лептонным числом (см. главу 1)? Из шести типов частиц, составляющих Вселенную, три являются лептонами. Электрон и нейтрино имеют лептонное число $+1$, антинейтрино имеет лептонное число -1 . Во время образования нейтронов все три исчезают, и разумно предположить, что исчезают они таким образом, что космическое яйцо остается с нулевым лептонным числом.

В общем, можно показать, что значения всех известных физикам сохраняемых величин, кроме двух, в космическом яйце равны нулю или могут быть логически определены как нулевые. Два исключения — это барионное число и энергия.

Начнем с барионного числа.

Из шести типов частиц, составляющих Вселенную, два принадлежат к барионам: протон и нейтрон. Каждый имеет барионное число $+1$. Поскольку частицы с барионным числом -1 не существует, то барионное число не может быть сокращено, и, следовательно, космическое яйцо не может иметь нулевое барионное число (так это представляется сейчас). В процессе образования космического яйца протоны, разумеется, исчеза-

сил пытаются создать хотя бы крошечное количество антивещества в лаборатории.) Вселенная, состоящая из перемешанных между собой вещества и антивещества, на самом деле будет состоять из массы фотонов, которые не являются ни веществом, ни антивеществом. Космическое яйцо будет представлять собой не что иное, как массу сжатых фотонов.

Но Вселенная состоит *не только* из одних фотонов. Если же она состоит из равных частей вещества и антивещества, они должны быть разделены — и весьма эффективно, чтобы, взаимодействуя, не превратиться в фотоны. Единственная действенная преграда — преграда в галактическом масштабе. Другими словами, возможно существование галактик из вещества и других, состоящих из антивещества. Так сказать, галактик и антигалактик.

Пока у нас нет способа установить, действительно ли во Вселенной существуют галактики и антигалактики. Если галактика встретится с антигалактикой, то в процессе взаимной аннигиляции высвободится громадное количество энергии. До сих пор такое явление зафиксировано не было, хотя есть несколько подозрительных случаев. Кроме того, когда в звездах из атомов водорода образуется гелий, галактики в большом количестве производят нейтрино. В ходе аналогичного процесса с участием антивещества антигалактики в большом количестве производят антинейтрино. Когда наступит такое время, что астрономы смогут различить нейтрино и антинейтрино, испускаемые далекими галактиками, и установить их источник, тогда можно будет установить существование и местонахождение галактик и антигалактик.

Во Вселенной, состоящей из галактик и антигалактик, процесс сжатия космического яйца, на-

сколько можно себе представить, происходит по-другому. Сначала формируются нейтроны и антинейтроны, затем они претерпевают взаимную аннигиляцию, образуя фотоны. И тогда космическое яйцо будет состоять не из нейтрония, а фотония. Какими качествами обладает фотоний, мне и не снилось.

Но что заставляет фотоний распадаться на вещество и антивещество таким образом, что из него возникают галактики двух типов? Почему фотоний не распадается на нейтроны и антинейтроны, перемешанные до такой степени, что они вынуждены сразу взаимно аннигилировать? Короче говоря, почему фотоний нестабилен? Почему он не остается фотонием?

Есть теории, которые утверждают, что античастица — это обычная частица, но путешествующая назад во времени. Если поместить позитронную пленку в магнитное поле, то она стремится изогнуться в левую сторону, а не в правую, как стремилась бы в таких же условиях электронная. Но если пленку прокрутить назад, тогда позитроны изгибаются направо, подобно электронам.

Что касается законов природы, то в субатомном масштабе не существует разницы между движением времени «вперед» и «назад». Вполне допустима последовательная картина, в которой частицы движутся вперед во времени, а античастицы — назад во времени.

Значит, есть возможность того, что фотониевое космическое яйцо с нулевым барионным числом распадается на два меньших яйца — одно нейтрониевое и другое антинейтрониевое, причем первое движется вперед во времени, а второе назад, так что они находятся вне досягаемости друг для друга, прежде чем могут вступить во взаимо-

действие? Нейтрониевое космическое яйцо с положительным барионным числом можно назвать «космоном», а антинейтрониевое яйцо с отрицательным барионным числом — «антикосмоном».

Можно представить, что космон и антикосмон расширяются и продолжают расходиться все дальше по временной шкале. Процесс начинается с крохотных космона и антикосмона, причем они близки к пулевой точке отсчета на временной шкале. По мере их удаления друг от друга они становятся все больше и все дальше отделяются друг от друга¹.

Сосредоточимся сейчас на космоне (нашей Вселенной). По мере его расширения в его внутреннем пространстве все более и более равномерно распространяются различные формы энергии. Этот факт выражается в понятии увеличения энтропии, и энтропию иногда даже называют «стрелой времени». Если энтропия увеличивается, понятно, что время идет вперед.

Но когда космон начинает сокращаться, все атомные и субатомные процессы, имевшие место во время расширения, начинают идти в обратном порядке. Тогда энтропия уменьшается, а время поворачивает назад.

Иными словами, космон движется вперед во времени, когда расширяется, и назад, когда сжимается. Антикосмон, двигаясь симметрично, движется назад во времени, когда расширяется, и вперед, когда сжимается. И оба делают это раз за разом.

Вместо осциллирующей Вселенной мы получаем двойную осциллирующую Вселенную, причем

¹ Уже после того, как эта глава впервые увидела свет, я узнал, что ученый Лондонского университета Ф.Р. Старнард выдвинул гипотезу именно такой Вселенной — существующей в «отрицательном времени», причем обосновал ее гораздо более скрупулезно, чем мог бы я. (Примеч. авт.)

колебания абсолютно совпадают по фазе, и обе Вселенные соединяются, образуя фотониевое космическое яйцо.

Хотя эта концепция учитывает барионное число, она не принимает во внимание энергию. Закон сохранения энергии — самая фундаментальная закономерность, известная людям. Какие бы ясные картины я тут ни рисовал, Вселенная, космон и антикосмон все-таки состоят из энергии.

Если космон заключает в себе $1,6 \times 10^{79}$ нейтронов и возникающих из них частиц, а антикосмон заключает в себе $1,6 \times 10^{79}$ антинейтронов и соответствующих частиц, тогда общее энергетическое содержание фотониевого космического яйца, соединяющего космон и антикосмон, должно составлять около $4,8 \times 10^{76}$ эргов. И это количество должно существовать всегда, на всех стадиях разделения, расширения, сжатия и слияния.

Это окончательное препятствие на пути космогонического принципа Азимова, ибо в фотониевом космическом яйце все сохраняемые величины, кроме энергии, можно признать равными нулю.

На каком основании можно приравнять к нулю и энергию? Для этого нужно предположить существование так называемой отрицательной энергии.

Насколько известно, такой вещи, как отрицательная энергия, не существует. Она никогда не наблюдалась. Но принцип Азимова делает ее существование необходимым.

Во Вселенной, состоящей только из отрицательной энергии, все ее проявления будут идентичны тем, что имеют место в нашей обычной Вселенной, состоящей из обычной энергии. Однако, если обычную энергию соединить с отрица-

гельной энергией, они нейтрализуют друг друга, и в результате получится Ничто.

Есть известные случаи частичной нейтрализации физических свойств. Два бильярдных шара, движущиеся в противоположных направлениях на равных скоростях и покрытые клеем, который должен склеить их при соприкосновении, после лобового столкновения остановятся как вкопанные. Количество движения будет погашено (но энергия движения бильярдных шаров превратится в теплоту). Два звуковых или световых луча в противофазе, соединившись, станут тишиной или темнотой (но энергетическое содержание волны превратится в теплоту).

Во всех этих случаях частичной нейтрализации физических свойств энергия — самое фундаментальное свойство — сохраняется всегда. И в случае соединения энергии и отрицательной энергии нейтрализация будет полной. Из их соединения рождается Ничто!

Отрицательная энергия состоит из отрицательных фотонов, которые могут распадаться, образуя отрицательные нейтроны и отрицательные антинейтроны. Отрицательные нейтроны могут распадаться, образуя отрицательное вещество, которое становится строительным материалом для отрицательных звезд и отрицательных галактик, образующих отрицательный космос. Отрицательные антинейтроны могут распадаться, образуя отрицательное антивещество, которое становится строительным материалом для отрицательного антикосмоса.

Предположим, что космос и антикосмос сжались и соединились, сформировав фотонное космическое яйцо. Отрицательный космос и отрицательный антикосмос, сжимаясь, создают антифотонное космическое яйцо. Два космических

яйца — фотониевое и антифотониевое — затем соединяются, создавая Ничто!

Итак, мы остались вовсе без космических яиц! Нам осталось Ничто!

Вначале было Ничто, и из него возникли фотониевое космическое яйцо и антифотониевое космическое яйцо. Фотониевое космическое яйцо повело себя вышеописанным образом, образовав космон, движущийся вперед во времени, и антикосмон, движущийся назад во времени. Антифотониевое космическое яйцо должно вести себя аналогично, образуя отрицательный космон, движущийся вперед во времени, и отрицательный антикосмон, движущийся назад во времени.

Но если космон и отрицательный космон движутся вперед во времени, почему они не соединяются, чтобы нейтрализовать друг друга и создать в итоге Ничто? Мне кажется, они отделены друг от друга, и это разделение происходит в результате гравитационного отталкивания. До сих пор мы знали только гравитационное притяжение, а такой вещи, как гравитационное отталкивание, насколько известно, не существует. Если, однако, существует отрицательная энергия, образующая отрицательное вещество, может быть, существует и гравитационное отталкивание, проявляясь во взаимодействиях между веществом и отрицательным веществом.

По мере расширения космона и отрицательного космона гравитационное отталкивание неуклонно разводит их прочь друг от друга по шкале пространства (см. рис. 1) при движении по временной шкале. Подобным образом антикосмон и отрицательный антикосмон неуклонно расходятся врозь по пространственной шкале, хотя двигаются вместе вниз по временной шкале.

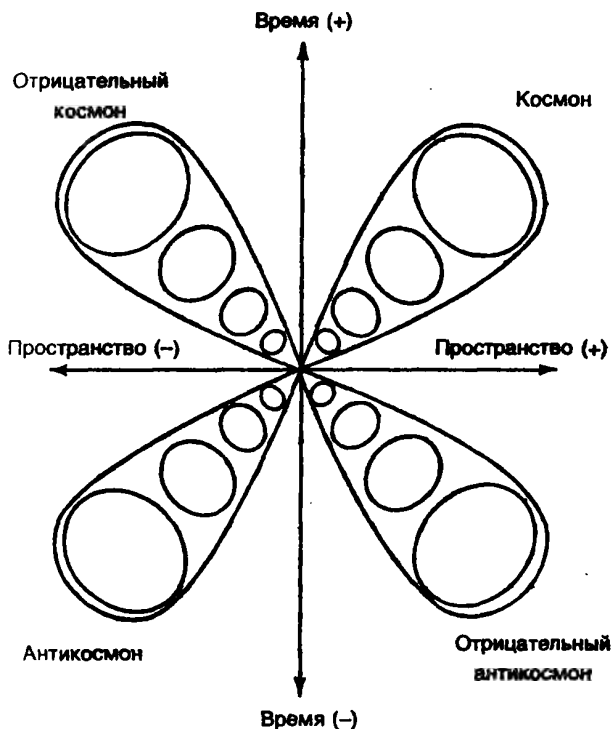


Рис. 1. Космический четырехлистник

Как показывает рис. 1, в результате возникает картина, очень похожая на четырехлистный клевер (который вынесен в название главы, если вы еще не догадались).

Как только различные Вселенные проходят пик своего расширения и снова начинают сжиматься, вспять, возможно, поворачивает не только время, но и эффект гравитации. Некоторые знаменитые физики выдвигают теории, утверждающие, что

сила притяжения может со временем слабеть. Возможно ли, что вследствие этого она достигает нуля на пике расширения, а во время сжатия вещество отталкивает вещество и отрицательное вещество отталкивает отрицательное вещество, но вещество притягивает отрицательное вещество?

Вы тут же имеете право возразить, спросив, каким образом будет космон сжиматься, если все его части взаимно отталкиваются. На что я отвечу: а почему бы нет? Ведь сейчас космон расширяется, хотя все его части взаимно притягиваются. Может быть, космон и его сестры-Вселенные устроены таким образом, что большое расширение или сжатие всегда противоположно силе притяжения. Сила притяжения невероятно слаба, и, может статься, ей на роду написано всегда поддаваться влиянию иных сил.

Однако в процессе сжатия общее гравитационное притяжение между космоном и отрицательным космоном, с одной стороны, и между антикосмоном и отрицательным антикосмоном, с другой стороны, может свести их вместе по пространственной шкале, а обратный ход времени сведет их вместе по временной шкале.

Когда космон, антикосмон, отрицательный космон и отрицательный антикосмон соединятся, в результате получится Ничто.

В Начале нет Ничего.

В Конце нет Ничего.

Но если все начинается с Ничего, почему оно не остается Ничем?

А почему оно должно оставаться ничем? Можно сказать, что $0 + 0 = 0$ и что $+1 + (-1) = 0$. Оба выражения — $0 + 0$ и $+1 + (-1)$ — являются экви-

валентами понятия «ноль», так почему одно из них должно быть более «реальным» или «естественным», чем другое? Ничто может свободно переходить в четырехлистник, поскольку этот переход, по существу, не меняет основных положений.

Но почему изменение происходит именно в этот момент времени, а не в другой? Одно то, что изменение происходит в конкретный момент времени, означает, что нечто явилось его причиной.

Неужели? Но что вы подразумеваете под моментом времени? Время и пространство существуют лишь в соединении с расширением и сжатием лепестков четырехлистника. Когда лепестков не существует, не существует ни времени, ни пространства.

В Начале не было Ничего — ни времени, ни пространства.

Четырехлистник появляется не в какой-то момент времени и не в каком-то конкретном месте. Когда он существует, время и пространство существуют в цикле расширения и сжатия, который занимает 80 миллиардов лет. Потом наступает вневременной и внепространственный интервал, после чего снова расширение и сжатие. Поскольку мы ничего не можем вытянуть из вневременного, внепространственного интервала, то лучше пренебречь им и сказать, что циклы расширения и сжатия следуют друг за другом без перерыва. Тогда у нас получается четверная осциллирующая Вселенная, осциллирующий четырехлистник.

И кто говорит, что он существует в единственном экземпляре? Ничто не имеет пределов, краев, границ или концов. Поэтому возможно существование безграничного числа осциллирующих четырехлистников, разделенных некой преградой, которая не является ни временем, ни пространством.

Это уму непостижимо. Я рассказал все, что хотел, а дальнейшие рассуждения предоставляю пытливому читателю. Что до меня, то (позвольте такую банальность) хорошенького понемножку.

Глава 4 ПРОСТО НЕВОЗМОЖНО!

Общеизвестно, что моя молодость еще не прошла, и менее всего мне хотелось бы играть роль консервативного старца — закостеневшего в старых идеях педанта.

Но порой обстоятельства вынуждают меня принимать на себя эту роль. Например, как-то раз я смотрел первую серию комедийного сериала «Время пришло». Его премьера состоялась в 1966 году, и речь в нем шла о парочке самодовольных астронавтов, которые оказываются в мифическом каменном веке, где пещерные люди говорят по-английски и дрессируют динозавров.

Пребывание астронавтов в доисторическом времени объяснялось тем, что их корабль случайно развил сверхсветовую скорость. Помню, один из них сказал другому: «Теория Эйнштейна утверждает, что если путешествовать со сверхсветовой скоростью, то время поворачивает вспять».

За кадром на эту реплику не был наложен смех, но я, естественно, расхохотался, и моя маленькая дочь, которая смотрела телевизор вместе со мной, спросила, почему я смеюсь.

— Путешествовать быстрее света нельзя, — небрежно отозвался я.

— Почему? — спросила она.

— Да потому что нельзя, и все, — ответил я.

— Ученые же все время изобретают что-нибудь новое, почему когда-нибудь нельзя будет путешествовать быстрее света?

— Потому что это невозможно, — выложил я туза.

И она тут же побила моего туза своим козырем:

— Нет ничего невозможного!

Я и раньше слышал этот довод. Я потерял счет письмам, которые взывали ко мне: «Почему нельзя передвигаться быстрее света? Откуда вы *знаете*, что нельзя передвигаться быстрее света? Почему вы думаете, что *когда-нибудь* мы не прорвемся за барьер времени?»

Вынужден разочаровать всех и твердо настоять на том, что сверхсветовые скорости невозможны. Я знаю, что кто-то разочарованно отвернется от меня и подумает, что я тоже принадлежу к бюрократам от науки — закостенелым в старых идеях педантам.

Так давайте поговорим о невозможном.

Начнем с выражения $2 + 2$. $2 + 2$ равно 4, не так ли? Прибавим еще 2 и получим 6, потом 8, потом 10 и так до бесконечности. Если мы начнем с 0 и будем каждый раз прибавлять по 2, то построим ряд четных чисел, а именно 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16...

Вы сами интуитивно (просто взглянув на ряд чисел) понимаете, что все четные числа делятся на 2. Или, поскольку мы определили четное число как сумму $2 + 2 + 2 + 2...$, можно заменить это выражение другим: $2(1 + 1 + 1 + 1...)$ — для суммы любого удобного вам количества двоек. Следовательно, все четные числа кратны 2^1 .

¹ У меня такое чувство, что, с точки зрения настоящего математика, это объяснение прозвучит недостаточно научно, но ответ у меня все равно получается правильный; так что бог с ним. (Примеч. авт.)

Теперь сложим любые два четных числа: $2 + 4$, или $72 + 106$, или $8\,640\,772 + 54$, или какие угодно другие четные числа. Что можно сказать об их сумме? Раз любое четное число можно записать в виде суммы двоек, то есть сложить $2 + 2 + 2 + 2 \dots$ и $2 + 2 + 2 + 2 \dots$, то в результате сложения обязательно получатся два ряда двоек, составленные вместе: $2 + 2 + 2 + 2 \dots + 2 + 2 + 2 + 2 \dots$

Таким образом, раз сумма четных чисел состоит из двоек, она тоже является четной. Иными словами, *сумма двух четных чисел является четным числом*. Отсюда легко вывести обобщение, что число, получаемое сложением или вычитанием любого количества четных чисел, обязательно будет четным — при условии, что мы считаем четными 0 и такие отрицательные числа, как -2 , -4 , -6 и так далее.

А что такое нечетное число? Нечетное число можно определить как любое число, которое на единицу больше четного числа, и оно, следовательно, не может состоять из одних двоек. Нечетные числа — это $2 + 1$, $2 + 2 + 1$, $2 + 2 + 2 + 1$ и так далее, или 3 , 5 , 7 , 9 , $11 \dots$ Если мы считаем 0 четным числом, тогда 1 является нечетным числом, так как $0 + 1 = 1$. А если такие отрицательные числа, как -2 , -4 , $-6 \dots$, четные, то отрицательные числа -1 , -3 , -5 и так далее нечетные.

Очевидно, что в результате сложения или вычитания любого количества четных чисел нельзя получить нечетное число, потому что, имея дело с числами, состоящими из одних двоек, откуда взять ту самую единицу, которая входит в определение нечетного числа?

Вывод: *невозможно* получить нечетное число сложением или вычитанием любого количества четных чисел.

Бесполезно говорить мне: «Откуда вы знаете? Вы что, пробовали складывать и отнимать все возможные сочетания четных чисел? Может быть, есть какое-то сочетание необычных четных чисел, которое вы никогда не встречали, а оно дает при сложении нечетное число».

Отвечаю: мне не нужно пробовать все возможные сочетания четных чисел. Определения четного и нечетного числа составлены таким образом, что исключают получение нечетного числа путем сложения или вычитания четных чисел.

А если мне на это скажут: «Но я проделал очень сложную операцию по сложению двадцати разных четных чисел, и в сумме получилось нечетное число», я отвечу: вы сделали арифметическую ошибку.

Тогда мне могут пожаловаться: «Откуда вы знаете? Может, проверите?»

Наверное, я мог бы сложить эти числа сам, найти ошибку и отвязаться от этого надоеды, но я имею полное право отказаться и заявить: вы сделали арифметическую ошибку. Ищите ее сами. Я зря терять времени не буду.

Конечно, случай со сложением четных чисел очень прост и понятен; ни один человек, имеющий хоть малейшее понятие об арифметике, не станет со мной спорить. Он кивнет и скажет: «Ну да, разумеется».

Но когда встает проблема посложнее, то дело зачастую кончается полемикой.

Например, математики показали, что невозможно найти квадратуру круга, удвоить куб и разделить на три равные части угол, используя только циркуль и линейку. Это более сложные

примеры, чем пример с четными и нечетными числами, но относятся к тому же типу. Вывод столь же ясен и очевиден, и настоящий математик не станет его оспаривать.

Тем не менее каждый год сотни дилетантов бьются над решением задач на вычисление квадратуры круга, удвоение куба или трисекцию угла с помощью линейки и циркуля. Они часто присылают свои доказательства математикам, которые имеют все основания отправить их назад, даже не взглянув.

Дилетант может подумать, что против него составлен заговор, что он жертва профессионалов, которые не хотят даже *посмотреть* на доказательство. Однако математикам совершенно незачем на что-то смотреть. Они точно знают, что в рассуждения вкралась ошибка, но иногда ее трудно разыскать среди сотен страниц аргументации и графиков. Зачем же тратить бесценное время и выискивать ошибку, если *доподлинно известно*, что она там есть?

Теперь посмотрим на «невозможность» другого рода. Раз уж я заговорил об ошибках, давайте разберем их подробнее. Иными словами, проанализируем цепь рассуждения, каждый шаг которого кажется абсолютно верным, но которое приводит к явно абсурдному заключению.

Для этого рассмотрим простейший известный мне алгебраический софизм; настолько простой, что даже я сумел с первого раза разглядеть его.

Возьмем для начала две равные величины, a и b :

$$a = b. \quad (\text{уравнение 1})$$

Обе части уравнения можно умножить на одно и то же число, не влияя на равенство; умножим обе части на a .

$$a^2 = ab. \quad (\text{уравнение } 2)$$

Из обеих частей уравнения можно вычесть одно и то же число, не влияя на равенство; вычтем b^2 из обеих частей.

$$a^2 - b^2 = ab - b^2. \quad (\text{уравнение } 3)$$

Выражение $a^2 - b^2$ может быть получено умножением $a + b$ на $a - b$, поэтому $a^2 - b^2$ можно разложить на $(a + b)(a - b)$. А $ab - b^2$ является произведением $a - b$ на b . Итак, мы имеем:

$$(a + b)(a - b) = b(a - b). \quad (\text{уравнение } 4)$$

Можно разделить обе части уравнения на одно и то же число, не влияя на равенство; давайте разделим их на $a - b$ и получим:

$$a + b = b. \quad (\text{уравнение } 5)$$

Поскольку $a = b$ (уравнение 1), можно сказать, что $a + b$ — то же самое, что и $b + b$. Таким образом, уравнение 5 принимает вид:

$$b + b = b \quad (\text{уравнение } 6)$$

$$2b = b. \quad (\text{уравнение } 7)$$

Если мы разделим обе части уравнения 7 на b , то получим «грандиозный» и абсурдный результат:

$$2 = 1. \quad (\text{уравнение } 8)$$

В чем же ошибка? Вернемся немного назад, к тому месту, где я сказал: «Можно разделить обе части уравнения на одно и то же число, не влияя на равенство, давайте разделим их на $a - b$ ».

Но еще раньше я говорил, что $a = b$, таким образом $a - b$ равно $b - b$, то есть 0. Следовательно, когда я говорю: «Давайте разделим на $a - b$ », я фактически говорю: «Давайте разделим на 0», а это в математике не разрешается.

Можете возразить: «Почему это не разрешается?»

Ответ очень прост. Если разрешить деление на 0, тогда появляется возможность доказать, что $2 = 1$, как я только что продемонстрировал. Кроме того, с делением на 0 можно доказать, что любое число — положительное, отрицательное, дробное, иррациональное, мнимое или трансцендентное — равно любому другому числу. Такая математическая система, в которой все числа равны, не имеет никакого смысла и математикам не нужна.

Вырабатывая правила для выполнения различных математических действий, математики сочли, что самый простой способ избежать такой нежелательной ситуации — запретить деление на 0.

Итак, перед нами другое значение слова «невозможно». Деление на ноль не является невозможным в том смысле, что его нельзя проделать, манипулируя символами. Я только что сделал это, разделив обе части уравнения на $a - b$. Это невозможно в том смысле, что нарушает правила игры. Как только правила нарушены, игра перестает быть математикой. Нельзя делить на 0 и одновременно заниматься математикой.

А теперь перейдем к физике. В математике человек может создать идеальный мир, соответствующий или не соответствующий реальности;

такое соответствие не обязательно. Однако в физике человеком управляет четкое сознание того, что есть реальность, и тогда он может описать ее наилучшим образом.

На основании *опыта* (а не умозаключений, исходя из предпосылок или определений, придуманных для удобства) можно сделать определенные обобщения о материальной Вселенной. Они обычно называются «законами природы», и в этом претенциозном термине отразилась излишняя самоуверенность так называемого века разума (XIX века). На самом деле законы природы — не более чем обобщенные закономерности.

Самое мощное обобщение, которое мы знаем, может быть выражено следующими словами: *общее количество энергии, присутствующей в замкнутой системе, постоянно* (замкнутая система в данном случае представляет собой изолированную систему, которая не может приобрести извне или потерять энергию; таким образом, единственной истинно замкнутой системой является Вселенная в целом).

Это знаменитый закон сохранения энергии, и он вводит понятие «невозможности». Мы можем сказать: «Создать или уничтожить энергию невозможно».

Однако это утверждение, бездумно повторяемое несметным множеством людей, не является истинным. Создание или уничтожение энергии не является невозможным в том смысле, что оно представляет собой логическую несообразность (как в случае с четными и нечетными числами) или не соответствует принятым правилам (как в случае с делением на ноль).

На самом деле здесь имеется в виду, что за все время существования человечества не было ни одного примера, в котором действительно и неоспо-

римо происходило создание или уничтожение энергии. Но опыт человечества не безграничен; не исключено, что в каких-то непредвиденных обстоятельствах этого опыта окажется недостаточно. И что делать тогда?

Со времени провозглашения закона сохранения энергии дважды ситуация складывалась так, что подталкивала науку к отказу от него как от не вполне обоснованного обобщения. Во-первых, в конце XIX века ученые обнаружили, что энергия, излучаемая радиоактивными материалами, казалось бы, берется из ниоткуда. Может быть, они имели дело с процессом создания энергии? В 1905 году Эйнштейн продемонстрировал, что это не так, предположив, что масса является формой энергии, и энергия радиоактивности (или других ядерных реакций) уравнивается равной потерей в массе. В конце концов истинность этого положения была доказана.

Затем, в 1920-х годах, ученые открыли, что бета-частицы, испускаемые атомами, обладают меньшим количеством энергии, чем должны были бы обладать. Может быть, ученые имели дело с процессом уничтожения энергии? В 1931 году Паули предположил, что это не так, объяснив потерю энергии существованием новой частицы — нейтрино, которая была действительно открыта четверть века спустя.

И все же, что случилось бы, если бы в каком-либо из этих случаев закон сохранения энергии был опровергнут? Что бы это значило?

Важно помнить, что наука разделяет *наблюдения и теории*, поэтому опровержение теории не означает опровержения наблюдений. Многим

людям, далеким от науки, трудно это осознать. Раз сохранение энергии требует от нас питаться и дышать кислородом для поддержания жизни, есть туманная надежда на то, что, если бы удалось доказать ошибочность этого закона, человек вдруг перестал бы нуждаться в еде и кислороде.

Однако необходимость питания и дыхания является наблюдаемым фактом и не зависит от теорий. Если какое-либо обобщение, объясняющее необходимость, оказывается ложным, тогда нужно придумать другое обобщение для объяснения той же необходимости.

Например, на протяжении всего XIX века химики работали на основании такого фундаментального принципа, как закон сохранения массы, утверждавшего, что общая масса любой замкнутой системы постоянна. Весь опыт и наблюдения доказывали химикам XIX века, что это обобщение истинно.

Потом в 1905 году появился Эйнштейн и показал, что масса может быть превращена в энергию, и поэтому масса сама по себе не сохраняется.

Доказывает ли это, что опыт химиков XIX века неверен и смешон? Совсем нет. Пойдите в любую современную лабораторию (хоть сейчас) и поработайте с известными в XIX веке химическими явлениями, пользуясь доступными в XIX веке приемами. Вы не сможете выявить ошибочность закона сохранения массы, даже точно зная, что искать. Эта ошибочность была осознана только с открытием ядерных реакций, в которых происходят гораздо более интенсивные взаимопревращения массы и энергии, чем в химических реакциях, а химикам XIX века ядерные реакции были неизвестны.

В общем, у нас есть все основания говорить, что в тех случаях, когда опровергается какое-либо практическое общее правило, в течение долгого

времени выдерживавшее испытания наукой, это происходит в тех областях научных исследований, которые открылись лишь недавно и о которых ученые былых времен не подозревали. Более того, прежние правила не утратят своей истинности в традиционных областях, где они издавна применялись.

Итак, производя обычные химические реакции, химики по-старому исходят из закона сохранения массы, хотя прекрасно знают, что *на самом деле* масса не сохраняется. Но в обычных реакциях превращения массы столь малы, что ими можно пренебречь. Подобным же образом, если бы частица нейтрино стала камнем преткновения для закона сохранения энергии, о который он разбился бы, тем не менее закон сохранения энергии не потерял бы своей практической значимости в физике обычного макромира.

С другой стороны, несколько лет назад в научно-фантастических кругах на все лады расхваливали некое изобретение под названием «машина Дина». Якобы это устройство превращало движение вращения в одностороннее линейное движение, нарушая таким образом закон сохранения углового момента и закон сохранения линейного момента. Оба закона продержались три столетия под пристальным вниманием физиков; шансы, что они опровержимы в областях, где дольше всего считались непреложными, практически равны нулю. Поэтому я принципиально не интересовался машиной Дина и предоставил исследовать ее тем, кто занят изобретением вечного двигателя.

Далее рассмотрим три закона механики, провозглашенные Исааком Ньютоном в 1680-х годах. Более двух столетий упорные усилия самых проника-

тельных умов испытывали ньютоновские законы и не нашли ни одного исключения из них. Они подтверждались всевозможными экспериментами и легли в основу всей комплексной структуры механики. То, что в основных законах механики может обнаружиться какой-то значительный изъян в *той области, где они так долго исследовались*, в начале XX века казалось совершенно неправдоподобным.

Однако всем известно, что в 1905 году Эйнштейн пересмотрел законы механики Ньютона, представив общественности взгляд на Вселенную с точки зрения теории относительности. Однако это касалось только новейших областей знаний, не входивших в компетенцию ученых XIX и XVIII столетий. В частности, при исследовании движения на релятивистских скоростях, которые Ньютон и его последователи просто не могли исследовать, имея в распоряжении лишь инструменты своей эпохи. На обычных скоростях (скажем, менее тысячи миль в секунду) эйнштейновская версия законов механики не особенно отличается от ньютоновской.

Согласно законам механики Ньютона, скорости можно складывать по обычным правилам арифметики. Например, мимо вас проезжает поезд со скоростью 20 миль в час и находящийся в поезде мальчик бросает мяч со скоростью 20 миль в час в направлении движения поезда. Относительно тела, движущегося вместе с поездом, скорость мяча равна 20 милям в час. Однако относительно наблюдателя, стоящего у железнодорожной насыпи, скорость мяча равна 40 милям в час, то есть сумме скорости поезда и самого мяча. Иными словами, скорость мяча зависит от положения наблюдателя.

Что подпортило механику Ньютона, так это то, что свет не подчиняется законам, которым подчиняется брошенный мяч. Как показали Май-

кельсон и Морли в 1886 году, скорость света всегда, при всех измерениях одинакова для любого наблюдателя, независимо от движения источника света относительно этого наблюдателя.

Проще говоря, луч света движущегося фонаря перемещается с той же скоростью, что и луч света неподвижного фонаря. Более того, луч света движущегося фонаря перемещается с одинаковой скоростью как в направлении движения самого фонаря, так и в противоположном направлении.

Конечно, свет был известен Ньютону, но великий англичанин не мог воспользоваться им для проверки своих законов. Пока Майкельсон не изобрел свой интерферометр, не было способа с достаточной точностью измерить сравнительную скорость световых лучей, двигающихся в разных направлениях, и так проверить законы механики.

Все попытки объяснить такое поведение света с точки зрения законов Ньютона потерпели неудачу, и Эйнштейн решил пойти от противного. Он рассуждал так: «Начнем с того, что примем свойства света за действительный факт. Предположим, что скорость света в вакууме не зависит от движения его источника. Как нам так приспособить законы механики, чтобы они учитывали поведение света и всех брошенных мячей, наблюдавшееся за последние триста лет?»

И тогда он разработал теорию Вселенной, в которой объекты укорачиваются в направлении движения по мере увеличения их скорости относительно наблюдателя, а также становятся более массивными, и время для них течет медленнее.

Такое впечатление, что это противоречит «здравому смыслу», но «здравый смысл» — не более чем опыт, приобретенный нами в наблюдениях за объектами, движущимися с низкими ско-

ростями¹. Изменения длины, массы и темпа времени настолько малы на обычных скоростях, что их невозможно заметить. При работе с обычными скоростями не будет большой ошибкой допустить истинность законов механики Ньютона.

Но теория Эйнштейна целиком полагается на истинность своего основного положения. А если скорость света в вакууме не независима от движения источника света?

Во всяком случае, никто еще не зафиксировал какой-либо зависимости скорости света в вакууме от движения источника света; уж поверьте мне, многие пытались это сделать: ведь такое открытие обеспечивало бы Нобелевскую премию. Всякий раз, как кто-нибудь изобретал новую и более высокоточную аппаратуру, первым делом на ней проверяли скорость света от движущегося источника. До сих пор предположение Эйнштейна никто не опроверг.

Мы также можем оценить истинность положения по точности следствий, выводимых из него. Концепция Эйнштейна позволяет делать некоторые предсказания относительно поведения частиц на релятивистских скоростях. До XX века такие скорости никогда не наблюдались, поэтому взгляды Ньютона так долго царили в науке. Однако с открытием радиоактивности ученые получили в распоряжение целую уйму субатомных частиц, движущихся со скоростью во многие тысячи миль в секунду.

Эти движущиеся на огромных скоростях частицы по теории Ньютона обладают одним набором свойств и совсем другим по теории Эйнштейна. Скрупулезные измерения показали, что

¹ Тот же самый «здравый смысл» убеждает нас в том, что Земля плоская, потому что обычно мы имеем дело с небольшими ее участками и не замечаем ее кривизны. (Примеч. авт.)

верными неизменно оказывались взгляды Эйнштейна, причем с большой степенью точности.

Даже мысль Эйнштейна о том, что масса и энергия взаимнообратимы, основывается на допущении о постоянстве скорости света и выдержала все испытания от точных измерений субатомных частиц до взрыва водородной бомбы в сотню мегатонн.

Таким образом, специальная теория относительности Эйнштейна не вызывает никаких сомнений.

Однако не может ли случиться так, что в будущем выводы Эйнштейна окажутся такими же приблизительными, как в свое время — выводы Ньютона?

Да, это не исключено. Но ошибочность теории Эйнштейна станет явной только в новых областях исследования, а не там, где она была многократно проверена. И для этого, скорее всего, потребуются измерительные приборы и технологии, не доступные современному знанию. Кроме того, любой новый, более точный взгляд на Вселенную не опровергнет теорию Эйнштейна в тех сферах, где она представляется истинной сейчас.

А теперь перейдем к сути данной главы.

Одно из следствий теории Эйнштейна состоит в том, что ни один объект физического мира не может путешествовать со скоростью, превышающей скорость света в вакууме, и что информацию в любой форме нельзя передать из пункта А в пункт Б быстрее, чем свет (в вакууме) дойдет от пункта А до пункта Б.

Именно это утверждение обычно переводится более короткой и самоуверенной фразой: «Нельзя двигаться быстрее света».

Данное убеждение опирается на два факта.

Во-первых, ни одно измерение движения физического объекта не показывало, что его скорость больше скорости света в вакууме. В некоторых обстоятельствах скорость субатомных частиц довольно близко подходит к скорости света; также были зафиксированы скорости объектов в вакууме, достигавшие более 99,99 процента скорости света. Но никогда скорость такого объекта не достигала скорости света, не говоря уж о том, чтобы ее превзойти. Если перемещение быстрее света возможно, то очень странно, что до сих пор не нашлась ни одна частица, которой удастся набрать хотя бы немного больше мили в секунду сверх скорости света. Однако если световая скорость является абсолютным пределом скорости, то неспособность ни одной частицы преодолеть этот предел, как бы близко она к нему ни подходила, становится вполне понятной.

Во-вторых, если что-то двигалось бы быстрее света, то рухнула бы теория Эйнштейна, но это не отменило бы наблюдений, сделанных за последние шестьдесят лет, которые идеально в нее укладываются.

Тогда перед нами встала бы проблема разработки новой теории, которая объяснила бы все наблюдаемые факты, так удачно объясняемые Эйнштейном, и в то же время учитывала бы возможность двигаться быстрее света.

Эта задача настолько трудна, что, по-моему, в наше время едва ли найдется физик, который пожелал бы взяться за нее или который добился бы успеха в этом деле.

Итак, можно сделать вывод, что способность двигаться быстрее света хотя и не является невозможной в математическом смысле, но чрезвычай-

но маловероятна. Поэтому, когда мне угрожающим топом задают вопрос, почему все-таки нельзя двигаться быстрее света, наилучшим объяснением мне представляется следующее.

Да потому что это невозможно, вот и все!

Примечание: уже после того, как это эссе впервые вышло в свет, Дж. Финберг из Колумбийского университета прислал мне работу, в которой он разработал теоретическую природу Вселенной, где ничто не может двигаться *медленнее* света. Такая «быстрая Вселенная» вполне укладывается в теорию Эйнштейна. Финберг пока не может предложить простой способ отличить «быструю» Вселенную от нашей обычной «медленной» Вселенной и наоборот. Здесь мы опять имеем перед собой случай недостижимых множественных Вселенных, как антикосмос и отрицательный космос, описанные в предыдущей главе.

Глава 5

ДЕЛО В МАСШТАБЕ

Каждый раз, когда я приезжаю на крупные конференции писателей-фантастов, я несколько часов брожу по выставкам старых фантастических журналов и книг. Я редко покупаю что-нибудь — увы, моя библиотека не так роскошна, — но ностальгирую вовсю.

Выпуски старых журналов во плоти встают перед глазами. Вспоминаются имена когда-то почитаемых авторов. Старая манера, старые истории, старые сюжеты навевают тихий шепот воспоминаний, сбрызнутых звездным блеском юности.

К слову, в 1966 году на Кливлендской конференции я наткнулся на историю из серии «Пози и Нега», написанной Джозефом Скидмором. Тем, кто слишком молод, чтобы знать его, поясняю, что это серия рассказов о приключениях и злоключениях двух субатомных частиц. Пози — положительно заряженный протон, а Нега — отрицательно заряженный электрон (догадались?). Чтобы добавить интригу, Скидмор придумал, что Пози мужского пола, а Нега женского, и перемешал любовную мелодраму с основами элементарной химии.

Поверьте, когда я приступил к серьезному изучению химии, начитавшись историй Скидмора, мне было трудно не воспринимать субатомные частицы как существа, наделенные личностями. Еще труднее мне было отвязаться от другого фантастического сюжета — популярного в 1920–30-е годы взгляда на природу атома, когда он рассматривался в качестве крохотной модели Солнечной системы.

В этих сочинениях герой уменьшался в размере, попадал на электронную планету, вращающуюся вокруг протонного Солнца, где ему открывался сказочный мир романтики и любви к прекрасной девушке в прозрачных развевающихся одеждах. В конце концов герой был вынужден вернуться в обычный мир и расстаться с девушкой, но попытка вновь обрести ее отлично годилась для продолжения.

(Несколько лет я довольно серьезно разрабатывал мысль о том, что Солнечная система с ее девятью планетами — это гигантская модель атома фтора. Астероидами я пренебрегал.)

На самом деле вовсе не фантасты впервые решили сравнить Солнечную систему с атомом. В 1904 году, когда ученые пытались уяснить себе

место недавно открытых субатомных частиц в атоме, японский физик по имени Х. Нагаока предположил существование структуры, которая в некотором роде напоминала бы Солнечную систему. Эта структура вскоре обрела популярность у той части непрофессиональной публики, которая интересовалась подобными вопросами. Сразу после того, как в 1913 году Нильс Бор разработал первую квантовую теорию атома, наука отказалась от устаревшей версии Нагаоки, но в умах фантастов она продержалась еще по крайней мере четверть века, что являет собой очевидный (хотя и специфический) пример культурного отставания общества от научно-технического прогресса.

Но и сама наука не свободна от избитых идей и устаревших представлений. Например, любой, кто пролистает издания по популярной астрономии для неспециалистов, за первые же десять минут легко найдет с десяток книг, где обязательно отыщется абзац, начинающийся словами: «Представьте, что Солнце размером с баскетбольный мяч...»

Видите ли, очень часто авторы пытаются дать понятие о масштабе Солнечной системы в понятных читателю терминах. Тогда мы получаем Солнечную систему, где Солнце размером с баскетбольный мяч, Юпитер и Сатурн — с апельсин, Уран и Нептун — со сливу, а Земля и Венера — с виноградину, и все эти предметы разбросаны по ровному полю.

Это неправильно по двум причинам. Во-первых, такое описание не дает количественного представления и заставляет думать о планетах как о фруктах, что еще хуже, чем представлять их в виде электронов. Во-вторых, оно имеет смысл в том случае, если нужно дать понятие о масштабе только Солнечной системы.

Эта масштабная модель, учитывающая только Солнечную систему, берет начало еще во взглядах XVIII века, для которого одна Солнечная система имела значение, а на долю созвездий приходились несколько абзацев в последней главе и две-три иллюстрации.

В первой половине XX столетия исследования Солнечной системы практически канули в Лету¹, а на первый план вышли звезды и галактики. Но коснулись ли изменения баскетбольного мяча с вертящимися вокруг него апельсинами? Держу пари на свой параллакс², что нет. Авторы книг со слепым автоматизмом продолжают пользоваться старыми идеями. Еще один пример культурного отставания.

Но в конце концов мне повезло наткнуться на интересную масштабную модель совершенно иного типа, в которой рассматривается не только Солнечная система, но и вся Вселенная. Вы найдете ее на странице 34 недавно вышедшей книги «Разумная жизнь во Вселенной», авторы И.С. Шкловский и Карл Саган; это продукт необычного (может быть, даже уникального) заочного сотрудничества двух первоклассных астрономов, советского и американского. От души рекомендую ее всем, кто читает эти строки. Я прочитал ее дважды с огромным удовольствием, хотя обычно мне бывает трудно выкроить время, чтобы даже один раз прочитать самые необходимые книги.

¹ В середине XX века Солнечная система опять стала пользоваться большим вниманием в основном благодаря ракетам и спутникам, а в настоящее время исследования Солнечной системы прямо-таки расцвели буйным цветом. (*Примеч. авт.*)

² П а р а л л а к с — видимое изменение положения небесного светила вследствие перемещения наблюдателя (суточный параллакс, годичный параллакс). По параллаксу небесных светил определяют расстояния до этих светил. (*Примеч. пер.*)

Пассаж с масштабной моделью не давал мне покоя, пока я не решил изложить в эссе собственные представления о масштабе астрономических объектов.

Начнем, как обычно; только выбросим баскетбольные мячи, которые я презираю. Вместо этого давайте представим себе, что Солнце имеет 1 фут¹ в диаметре, а не 4,5 биллиона футов, как на самом деле; масштаб нашей модели 1:4 500 000 000 назовем «футовым масштабом». На основе этого футового масштаба представим в таблице 4 диаметры каждой планеты и расстояние до нее от Солнца.

Таблица 4

МОДЕЛЬ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ В ФУТОВОМ МАСШТАБЕ

Планета	Диаметр (в дюймах ²)	Среднее расстояние от Солнца (в футах)
Меркурий	0,043	41
Венера	0,105	78
Земля	0,110	107
Марс	0,058	163
Церера ³	0,0062	300
Юпитер	1,2	560
Сатурн	1,0	1000
Уран	0,42	2050
Нептун	0,41	3200
Плутон	0,06 (?)	4250

¹ Ф у т = 30,48 см.

² Д ю й м = 2,54 см.

³ Ц е р е р а — одна из самых крупных (диаметр около 1000 км) малых планет (№ 1). Расстояние от Солнца измеряется от 2,55 до 3,05 астрономических единиц (1 а. е. = 149,6 млн км). (Примеч. пер.)

Таким образом, получается довольно живописная картина Солнечной системы, в которой есть несколько характерных штрихов. Если Солнце представить в виде шара 1 фут в поперечнике, то Сатурн будет иметь 1 дюйм в диаметре и находиться в 1000 футах от Солнца.

Земля имеет около $1/9$ дюйма в диаметре и находится примерно в 100 футах от Солнца. А Луна в футовом масштабе имеет около $1/30$ дюйма в диаметре и находится примерно в $6\frac{1}{2}$ дюймах от Земли.

Юпитер имеет 1,2 дюйма в диаметре и спутниковую систему, занимающую очень много места. В футовом масштабе самый далекий спутник Юпитера находится от него в 17 футах. Чтобы свободно двигаться, системе спутников Юпитера требуется 34 фута свободного пространства.

В футовом масштабе Плутон находится более чем в миле от Солнца, а вся Солнечная система (считая до орбиты Плутона и не учитывая орбиты комет и неоткрытых планет) имеет 1,6 мили в поперечнике.

Говоря иначе, площадь, охватываемая всеми планетами, вращающимися вокруг Солнца, в данном масштабе составила бы 2 квадратных мили или примерно одну десятую площади острова Манхэттен.

Предположим, что мы поместили наш солнечный шар диаметром 1 фут в середину Центрального парка Манхэттена (надеюсь, иностранные читатели простят мне мой провинциализм). Орбиты всех планет до Сатурна включительно уместятся в парке. Три самые дальние планеты окажутся за восточной и западной границами парка, но даже Плутон останется в пределах Манхэттена и не достанет ни до Ист-Ривер, ни до Гудзона.

Для изображения Солнечной системы такой масштаб вполне удобен, но совершенно не годится, если мы захотим перейти к звездам.

Если Солнце имеет 1 фут в диаметре, то одна астрономическая единица (среднее расстояние от Солнца до Земли) немногим больше сотни футов, однако один световой год¹ составит уже 1300 миль, парсек² — 4200 миль, а ближайшая звезда будет находиться на расстоянии 5500 миль.

Иными словами, если мы поместим нашу уменьшенную Солнечную систему в Центральный парк, то ближайшая звезда (тройная звезда альфа Центавра) окажется в Иерусалиме.

Может быть, это дает вам некоторое представление о расстоянии до звезд, но не полностью отражает истинное положение дел, поскольку говорит лишь о ближайших звездах. Если взять что-нибудь подальше, то нам не хватит земной поверхности и придется отправиться в космос.

Итак, вместо того чтобы изображать альфу Центавра в какой-то точке на поверхности Земли, представим лучше, что она расположена в направлении Луны. В футовом масштабе альфа Центавра находится примерно на расстоянии $\frac{1}{40}$ части действительного расстояния до Луны. Между Солнечной системой в Центральном парке и действительной орбитой Луны будет всего лишь 8000 звезд, а это число даже близко не подходит к миллиардам звезд нашей Галактики.

Иначе говоря, данная масштабная модель сама выходит за пределы Солнечной системы, так что нам придется поискать способ получше.

¹ Световой год — расстояние, которое свет проходит за год, то есть $9,46 \times 10^{12}$ км.

² Парсек — единица длины, применяемая в астрономии, равен 3,263 светового года, или 206 265 а. е., или $3,086 \times 10^{16}$ м. (Примеч. пер.)

Давайте уменьшим наши расстояния еще примерно в 100 тысяч раз и примем диаметр орбиты Плутона равным 1 дюйму. В таком масштабе Солнце будет иметь меньше $\frac{1}{8000}$ дюйма в поперечнике. Оно, по сути, сравняется по размеру с какой-нибудь крупной бактерией. В таком «бактериальном» масштабе большинство звезд имеют микроскопические размеры, и только некоторые самые крупные красные гиганты различимы невооруженным глазом. Гигантская звезда Антарес «имеет» около $\frac{1}{16}$ дюйма в диаметре.

В масштабе бактерий световой год будет равен всего лишь 800 дюймов. В таблице 5 перечислены расстояния до некоторых известных ярчайших звезд, данные в масштабе бактерий.

Таблица 5

РАССТОЯНИЕ ДО ЗВЕЗД В МАСШТАБЕ БАКТЕРИЙ

Звезда	Расстояние в милях
Альфа Центавра	0,055
Сириус	0,11
Процион	0,14
Альтаир	0,20
Вега	0,34
Поллукс	0,42
Арктур	0,51
Капелла	0,54
Канопус	1,25
Бетельгейзе	3,5
Ригель	6,9

Представляя себе эти расстояния, не забывайте о том, что вы имеете дело с расстояниями между объектами размером с бактерию. Если бы Сол-

нце было размером с бактерию, то Арктур (тоже размером с бактерию) находился бы в половине мили от него. (В таблице перечислены особенно крупные и яркие звезды, поэтому они были бы несколько больше бактерий, но это исключения. Большинство звезд в таком масштабе имеют размер бактерии.)

Или скажем по-другому. В пределах семнадцати световых лет от нас известны 39 звездных систем, считая само Солнце. (Восемь из них являются двойными звездами, а две — тройными, так что всего в них 51 звезда.)

Если представить себе, что эти звезды рассеяны по сфере радиусом в 17 световых лет с Солнцем в центре, то у нас получится сфера объемом примерно 20 000 кубических световых лет. На каждую звездную систему здесь приходится по 500 кубических световых лет, а среднее расстояние между ближайшими к Солнцу звездными системами равно кубическому корню из 500, или приблизительно 8 световым годам.

Если перевести все числа в масштаб бактерии, то ближайшие звезды можно изобразить объектами размером с бактерию (часто стоящие отдельно, иногда в скоплениях из двух-трех звезд), разделенными средним расстоянием в 530 футов.

Если представить, что весь нью-йоркский Центральный парк накрыт крышей на высоте чуть более $\frac{1}{3}$ мили, то объем пространства под этой крышей будет равен (в масштабе бактерии) той самой сфере радиусом в 17 световых лет, о которой я говорил выше. На этом участке пространства, охватывающем Центральный парк, вообразите 51 плавающую в воздухе бактерию (несколько группами по 2–3 штуки) и *больше ничего*. Вот вам картина звездного неба.

В настоящей Вселенной Солнце движется в космосе со скоростью около 12 миль в секунду относительно других ближайших звезд. В масштабе бактерий это равно скорости $1/20$ дюйма в год.

Отлично; представим, что эти бактерии, разделенные средним расстоянием в 530 футов, движутся в произвольные стороны со скоростью $1/20$ дюйма в год (относительно центра массы). Попробуйте вычислить вероятность того, что какие-то две бактерии столкнутся. Сколько понадобится времени, чтобы такое столкновение произошло? Да целая вечность!

Аргументы такого типа придавали особую значительность старой теории происхождения Солнечной системы от столкновения или частичного столкновения двух звезд. Вероятность такого события столь мала, что во всей нашей Галактике за все время ее существования не более, может быть, десяти звездных систем могло возникнуть подобным образом. Тогда легко предположить, что в этих десяти звездных системах планета Земля окажется единственной пригодной для жизни и, следовательно, единственной обитаемой планетой в Галактике. Примерно такой же считалась вероятность того, что только на Земле обитают разумные существа.

Я рад, что теория столкновения опровергнута. Мысль о том, что сотни миллиардов звезд Галактики освещают пустое безжизненное пространство, невыносима — это слишком большая расточительность.

Хотя бактериальный масштаб отлично подходит для изображения ближайших звезд, он не совсем удобен, если мы возьмемся за галактики.



Рис. 2. Галактика

Млечный Путь — Галактика, в которой мы находимся, имеет форму линзы примерно в 100 000 световых лет диаметром. Солнечная система находится примерно в 30 000 световых лет от ее центра и примерно в 20 000 световых лет от края. В центре Галактики расположено ядро, содержащее примерно $\frac{9}{10}$ звезд; ядро, имеющее шаровидную форму около 16 000 световых лет в диаметре.

За пределами этого ядра находятся плоские спиральные фланги, в которых звезды рассеяны не так плотно, как в ядре. Неподалеку от нашего Солнца эти фланги имеют около 3000 световых лет в толщину. Плоскость Галактики — это воображаемая плоскость, разрезающая Галактику плашмя пополам, и наше Солнце находится всего в 45 световых годах от этой плоскости (см. рис. 2).

Если мы захотим изобразить Галактику в масштабе бактерий, то обнаружим, что ее диаметр составляет 1250 миль, а ядро имеет диаметр 200 миль. Мы сами находимся в 375 милях от центра, а толщина спиральных флангов в этом месте равна 37 милям.

Площадь поперечного сечения Галактики в бактериальном масштабе (если представить, что

она лежит плашмя на поверхности Земли, и проигнорировать кривизну этой поверхности) примерно 1 400 000 квадратных миль, или почти половина площади США, не считая Аляски и Гавайев. Представьте, что по всей этой площади ползают бактерии, более сотни миллиардов бактерий, простираясь на множество миль вверх и на десятки миль под землю.

Пожалуй, Галактика слишком крупный объект для такого масштаба. Картина станет еще неудобнее, если перевести соседние галактики в масштаб бактерий. Ближайшая большая галактика (туманность Андромеды) будет находиться не менее чем в 25 000 миль.

Ладно, давайте возьмем масштаб еще мельче, где Солнце имеет размер атома водорода, около одной двухсотпятидесятимиллионной дюйма в поперечнике. В таком атомном масштабе световой год равен всего лишь 0,0274 дюйма. Ближайшая к нам звезда в атомном масштабе находится примерно на расстоянии $\frac{1}{8}$ дюйма.

Атомная модель изображает звезды в качестве объектов размером с атом, разделенных средним расстоянием в 0,22 дюйма. Если предположить, что все звезды у нас двойные (что с точки зрения астрономии не играет существенной роли), появляется большое искушение сравнить Галактику в атомном масштабе с водородным облаком, молекулы которого состоят из двух атомов водорода.

Можно рассчитать количество молекул водорода в заданном объеме газа при обычном атмосферном давлении и температуре 0° С и по результату вычислить среднее расстояние между молекулами. Чтобы вы не корпели над расчетами, я

сам скажу вам, что среднее расстояние составит 0,00000013 дюйма.

Иными словами, если ужать нашу Галактику до такой степени, что составляющие ее звезды сравняются по размеру с атомами водорода, то расстояние между ними будет более чем в миллион раз больше, чем расстояние между молекулами обычного водорода. Галактика в атомном масштабе — это настоящий вакуум.

Но до сих пор мы говорили только о том, что непосредственно окружает нас в рассеянных спиральных флангах Галактики. А что творится в шаровом скоплении? Такое скопление, где сконцентрировано 100 000 отдельных звезд, имеет около 200 световых лет в диаметре. На фотографиях они напоминают горку талька, и звезды рассыпаны так густо, что сливаются в общее сияющее облако. На некоторых изображениях звезды теснят друг друга, словно в час пик.

Но так ли это на самом деле?

Такое шаровое скопление имеет в объеме 4 200 000 кубических световых лет; таким образом, на одну звезду в среднем приходится по 42 кубических световых года при среднем расстоянии между звездами 3–5 световых лет.

Это среднее расстояние. По мере приближения к центру скопления плотность становится больше, так что предположим, что в центре сферы среднее расстояние между звездами составляет не более 0,5 светового года.

В атомном масштабе такое расстояние равно 0,014 дюйма, однако это в 100 000 раз больше, чем расстояние между молекулами водорода в условиях Земли. Даже центральная часть скопления сравнима с вакуумом, где плотность составляет всего лишь одну квинтиллионную долю

плотности водорода. Обратите внимание и на то, что молекулы водорода двигаются со скоростью приблизительно 1 миля в минуту, тогда как в атомном масштабе звезды шарового скопления практически неподвижны по отношению друг к другу. Как видите, даже в центре скопления вероятность столкновения не так велика.

Звезды рассыпаны по галактическому центру с плотностью примерно в два раза больше, чем средняя плотность шарового скопления; в самой сердцевине нашей Галактики среднее расстояние между звездами равно, может быть, четверти светового года. Но вакуум и там занимает огромные пространства; даже в галактическом центре столкновения звезд могут происходить не чаще чем раз в миллион лет.

(Тем не менее сила притяжения в шаровом скоплении, содержащем несколько миллионов звезд, гораздо выше, чем у газа, содержащего несколько миллионов молекул водорода. Многие звезды могут подвергнуться сильному сжатию или взорваться, высвобождая фантастическое количество энергии; от молекул водорода таких поступков ждать не приходится. Словом, не надо слишком увлекаться аналогиями.)

В атомном масштабе Галактика имеет 225 футов в поперечнике, а Солнце находится примерно в 80 футах от ее центра. Галактическое ядро имеет приблизительно 43 фута в диаметре, а толщина спиральных краев в том месте, где находится наше Солнце, около 8 футов.

Даже в атомном масштабе Галактика — внушительный объект, так как, если ее положить на Землю, она покроет собой почти 0,4 га поверхности.

Солнце обращается вокруг галактического центра за 220 миллионов лет. В атомном масштабе оно преодолевает окружность орбиты длиной около 500 футов за эти 220 миллионов лет, или одну двадцатую дюйма за семьдесят лет жизни наблюдателя. Очевидно, что при этом Галактика покажется неподвижной, и действительно, если наблюдать близлежащие галактики в телескоп, то звезды, которые кажутся мельче атомов, как будто стоят на месте.

Кстати, в атомном масштабе ближайшая большая галактика — туманность Андромеды — находится в 1 миле от нашей. Взрывающаяся галактика М-82 находится в $4\frac{1}{4}$ мили. Скопление галактик в созвездии Девы находится в 16 милях, а гигантское скопление в созвездии Волосы Вероники — в 81 миле.

Ближайший квазар (см. главу 2) находится примерно в 900 милях. Самый удаленный известный квазар — примерно в 3500 милях, а граница наблюдаемой Вселенной находится в 5300 милях.

Даже в атомном масштабе, хотя саму Галактику не так трудно представить, Вселенная в целом сохраняет огромные размеры, представляя собой сферу более 10 000 миль в диаметре.

Но попробуем изобразить нашу четвертую модель, взяв для нее еще более мелкий масштаб. Представим себе, что Солнце имеет размер не атома, а протона, расположенного в центре атома. Он имеет около 1×25^{-12} дюйма в поперечнике; таким образом мы получаем «протонный» масштаб¹.

¹ В упомянутой мною книге Шкловский и Саган пользуются масштабом, в котором орбита Земли приравнена к атому водорода. Это мельче моего атомного масштаба и крупнее протонного. (Примеч. авт.)

В масштабе протона Галактика Млечного Пути — эта колоссальная линза, содержащая более 100 000 000 000 звезд, — сживается до крохотной пылинки диаметром не более 0,0274 дюйма.

Как сильно сократились расстояния! Ближайший квазар лежит на расстоянии 40 футов от миниатюрной галактической линзы, а самый удаленный квазар — на расстоянии 180 футов. Граница наблюдаемой Вселенной находится немногим дальше 300 футов.

Таким образом, если представить, что звезды имеют размер протона, то вся Вселенная превращается в шар 600 футов в диаметре объемом около 100 000 000 кубических футов.

Сколько же галактик она заключает в себе? Этого не знает никто, но мне часто встречалось мнение, что количество галактик определяется приятным круглым числом 100 миллиардов. Что означает 1000 протонных галактик на кубический фут, причем среднее расстояние между ними примерно 1,2 дюйма.

В протонном масштабе туманность Андромеды лежит всего в 0,6 дюйма от нас; есть еще несколько меньших галактик, расположенных так же близко или еще ближе (расстояние между галактиками в нашем ближайшем окружении несколько меньше вычисленного мной среднего расстояния).

Может быть, мы находимся в таком участке пространства, где галактики расположены плотнее, чем в среднем по Вселенной. Возможно, мы являемся частью огромной галактики галактик, «супергалактики», за пределами которой лежит громадное и относительно пустое пространство, а дальше начинается другая супергалактика. В таком случае галактическая плотность внутри супергалактики не может считаться типичной для

космоса вообще. Есть некоторые астрономы, которые придерживаются именно такого мнения.

С другой стороны, количество галактик в наблюдаемой Вселенной, оцениваемое в 100 000 000 000, — это ошибка, совершаемая консерваторами. Может быть, в ней не 100 миллиардов, а 100 триллионов. Что до меня, то я нисколько не удивился бы этому.

Наконец, позвольте мне на скорую руку изобразить пятую, и последнюю, модель. Предположим, что вся наша Галактика имеет размер атома. В таком масштабе наблюдаемая Вселенная будет иметь $1/_{700}$ дюйма в поперечнике, а среднее расстояние между галактиками составит 0,0000002 дюйма. Это очень близко к расстоянию между молекулами в обычном водороде при стандартных условиях.

Иначе говоря, если бы мы могли отодвинуться от Вселенной так далеко, чтобы она предстала перед нами в виде крохотного пузырька вещества, состоящего из «микроскопических частиц — галактик» размером не больше атома, то мы обнаружили бы, что она похожа на капельку «галактического газа» с плотностью частиц почти как у «обычного газа».

Итак, сделав круг, мы вернулись домой.

Или не вернулись? Может быть, нам надо задуматься о том, что поколение писателей-фантастов, пытавшихся составить Солнечную систему из атомов, было слишком консервативным? А если бы они попробовали сделать из атомов галактики, может быть, тогда...

Но нет, слабеет мой рассудок, от этого легко сойти с ума!¹

¹ Цитата из «Короля Лира» в переводе Б. Пастернака.

Глава 6

НЕБЕСНЫЙ КАЛЕЙДОСКОП

В 1966 году я опубликовал книгу под названием «Вселенная», которая вызвала некоторое недовольство со стороны одного критика, выразившего желание, чтобы научные факты были гуще пересыпаны восклицательными знаками, чем я обычно считаю достаточным. Он, видимо, рассуждал так: научные факты и рассуждения — это, конечно, хорошо, но было бы еще лучше, если бы вместо бесстрастных объяснений было побольше восторгов.

Свою мысль он высказал мне в следующих словах: «Читать справочник очень интересно, особенно современный... Но ему бы не повредило, если бы вы чуть-чуть разбавили этот грохот статистики возгласом изумления...»

По-моему, если тебе повезло нарваться на критика, предпочитающего стонать и ахать, тут ничего не поделаешь, но, прошу прощения, я не собираюсь ему угождать. Я твердо уверен, что должным образом представленные статистические данные сами по себе достаточно удивительны, и благосклонный читатель может сам решать, когда ему ахать, и не нуждается в том, чтобы я за него стонал.

Поэтому возьмем какую-нибудь тему наугад... и поговорим о том, что интересного можно вынести из «грохота статистики» о двух спутниках Марса.

Начнем с расстояний. Фобос, ближайший к Марсу из двух спутников, находится в 5700 милях от центра планеты. Поскольку Марс имеет диаметр 4200 миль, его поверхность отстоит на 2100 миль от центра. Значит, Фобос совершает обороты вокруг Марса всего в 3600 милях над поверхностью пла-

неты. Что касается Деймоса, дальнего спутника, то он находится в 14 600 милях от центра Марса и в 12 500 милях от его поверхности.

Фобос и Деймос гораздо ближе к Марсу, чем Луна к Земле. Парадоксально, но в некоторой степени из-за этого их труднее видеть с поверхности планеты — причина в ее собственной кривизне.

Кривизна нашей планеты не мешает нам видеть Луну. Луна находится так далеко от нас, что она, так сказать, парит над выпуклой Землей. Если бы Луна находилась прямо над экватором Земли, то ее было бы видно почти до самых полюсов. Только в пределах половины градуса от каждого полюса Луна опускалась бы ниже горизонта, прячась за выпуклостью земной поверхности.

Но орбита Луны наклонена на 18° относительно земного экватора, поэтому в то или иное время она может освещать Землю на любой широте от 18° с. ш. до 18° ю. ш. Этого наклона более чем достаточно, чтобы сделать Луну видимой на обоих полюсах. Короче говоря, на Земле нет такого места, с которого нельзя было бы увидеть Луну.

Однако орбиты марсианских спутников находятся практически в плоскости экватора планеты. Орбита Фобоса наклонена к этой плоскости всего на $0,95^\circ$, а орбита Деймоса — на $1,3^\circ$. Из-за этого выпуклость Марса, к которому так близко расположены марсианские спутники, мешает их видеть.

Деймос, дальний спутник, никогда не виден из любой точки за 83° с. ш. или 83° ю. ш. на поверхности Марса. У Фобоса, ближнего спутника, дела идут еще хуже. За 69° с. ш. или 69° ю. ш. Фобос никогда не виден. Это значит, что с 0,7 процента марсианской поверхности никогда нельзя увидеть ни один из двух спутников. Еще

с 6 процентов поверхности планеты можно видеть только Деймос, но Фобос там не виден никогда.

Оба спутника вместе можно видеть с 92,3 процента марсианской поверхности, и я советую помнить об этом всем потенциальным гостям марсианских курортов (ведь когда-нибудь же будут марсианские курорты).

Теперь попробуем придумать что-нибудь новенькое. Фобос делает полный оборот вокруг Марса за 7,65 часа; Деймос — за 30,3 часа. Это так называемый звездный период обращения, то есть то время, которое требуется спутнику, чтобы из точки напротив какой-либо звезды совершить полный круг по небу и вернуться в ту же точку.

Звездный период обращения Луны составляет 27,32 суток; он не равен продолжительности месяца, как нам обычно кажется. Что нас интересует касательно Луны, это изменения ее фазы, зависящие от ее положения относительно Солнца, а не какой-либо звезды. Луна полная, когда она находится на противоположной от Солнца стороне Земли.

Представим, например, что полная Луна также находится прямо перед какой-то звездой. Через 27,32 суток она снова окажется прямо перед этой звездой, но теперь уже она не будет напротив Солнца. За 27,32 суток, которые требуются Луне, чтобы совершить полный круг, Солнце немного переместится относительно звезд в результате вращения Земли вокруг Солнца. Луне понадобится еще время, чтобы пройти дополнительную дистанцию и снова занять положение напротив Солнца. По этой причине период от полнолуния до полнолуния составляет 29,53 суток. Это синодический месяц, или синодический период обращения.

Возникает справедливый вопрос: существует ли у спутников Марса такая же разница между

обычно указываемым звездным периодом обращения и синодическим периодом, по которому рассчитываются фазы?

Итак, разница между синодическим и звездным периодами зависит от того, насколько далеко уходит планета, обращаясь вокруг Солнца, пока спутник совершает свое путешествие по орбите.

Чем ближе планета к Солнцу, тем быстрее она движется по своей орбите и тем быстрее видимое движение Солнца на фоне звезд планетарного неба. С другой стороны, чем дальше спутник от планеты, тем больше времени уходит у него на то, чтобы завершить орбитальный круг, и тем больше расстояние, которое планета проходит вокруг Солнца.

Значит, самая маленькая разница между синодическим и звездным периодами обращения у спутника, находящегося близко к своей планете, которая сама расположена далеко от Солнца.

Поскольку Марс находится дальше от Солнца, чем Земля, а его спутники — значительно ближе к нему, чем Луна к Земле, то разница между синодическим и звездным периодами обращения у Фобоса и Деймоса должна быть гораздо меньше, чем у Луны. Так оно и есть.

В то время как синодический период обращения Луны на 2,2 суток длиннее звездного, синодический период обращения Деймоса всего лишь на 3,6 *минуты* длиннее звездного. Это значит, что Деймос, совершив полный оборот вокруг Марса, должен потратить лишних 3,6 минуты, чтобы догнать видимое движение Солнца по марсианскому небу.

Фобос, который ближе Деймоса к Марсу и быстрее совершает свой оборот, догоняет Солнце всего за 14 *секунд*. Значит, можно пренебречь

этой разницей и считать, что у обоих марсианских спутников звездный период обращения равен синодическому периоду обращения.

Предположим, что мы стоим на экваторе Марса и Марс не вращается, оставаясь неподвижным относительно звезд. Мы увидим, как Деймос поднимается на западе, пересекает небо, проходит прямо у нас над головой и садится на востоке.

Это кажется вам странным? Не странно ли, что спутник восходит на западе и заходит на востоке? Но в заданных условиях именно так и произойдет, ибо Деймос обращается вокруг Марса с запада на восток.

Это совершенно обычное дело. Фобос тоже вращается вокруг Марса с запада на восток, и Луна вращается вокруг Земли с запада на восток. Немногочисленные спутники, которые поступают наоборот (например, Феба, самый дальний спутник Сатурна), вращаясь с востока на запад, движутся по так называемой «обратной орбите».

Однако, если Луна идет по своей орбите с запада на восток, почему же она встает на востоке и садится на западе? Если в действительности она движется с запада на восток, почему же мы видим, как она движется с востока на запад?

Ответ состоит в том, что мы смотрим на Луну не с неподвижной планеты (каким я предложил вообразить Марс несколькими абзацами выше). Земля вращается вокруг своей оси в направлении с запада на восток. (Планеты, которые вращаются с востока на запад, как Венера, совершают «обратное вращение».)

Земля вращается с запада на восток гораздо быстрее, чем Луна вокруг Земли. Земля соверша-

ет полный круг вращения за 1 сутки, тогда как Луна совершает полный круг по орбите за 27,32 суток.

Пока Земля весело бежит вперед, мы на ее поверхности легко догоняем Луну и затем оставляем ее далеко позади. Конечно, мы не чувствуем движения. Нам кажется, что Луна движется в обратном направлении — с востока на запад. Луна вращается вокруг Земли с запада на восток относительно центра Земли, но с востока на запад относительно неподвижной точки на поверхности Земли.

Если бы Луна стояла на месте, точка на поверхности Земли совершала бы половину оборота ровно за 12 часов, и тогда казалось бы, что Луна перемещается с востока на запад за те же 12 часов. Однако за 12 часов Луна успевает немного передвинуться с запада на восток, и, чтобы догнать ее, Земля должна поворачиваться еще в течение 25 минут.

По этой причине от восхода Луны до захода проходит примерно 12 с половиной часов, и еще 12 с половиной часов от захода Луны до следующего восхода. Это составляет 25 часов от восхода до восхода, поэтому Луна каждую ночь встает на час позже. (На самом деле эта еженощная задержка варьируется в течение года из-за эксцентриситета лунной орбиты и наклона ее орбитальной плоскости, но сейчас нас это не интересует.)

Вернемся же к Деймосу. Если он обегает вокруг Марса за 30,3 часа, то за это время он проходит 360° . За каждый час он перемещается с запада на восток на $11,9^\circ$. Однако за то же время Марс тоже перемещается с запада на восток. Совершая оборот за 24,62 часа, Марс проходит за час $14,6^\circ$.

Для человека, стоящего на марсианской поверхности, вследствие вращения Марса вокруг сво-

ей оси Деймосу сообщается видимое движение с востока на запад.

Деймос находится под влиянием двух факторов. За один час он смещается на $11,9^\circ$ с запада на восток из-за своего движения по орбите и на $14,6^\circ$ с востока на запад из-за вращения Марса вокруг своей оси. В результате этих двух смещений Деймос, как это представляется с поверхности планеты, передвигается на $2,7^\circ$ с востока на запад за каждый час.

Иными словами, Марс поворачивается немного быстрее, чем движется Деймос, так что точка на поверхности планеты обгоняет спутник, но не очень быстро. Наблюдателю, стоящему на поверхности Марса, показалось бы, что Деймос движется в обратном направлении (с востока на запад), но, как было сказано выше, не очень быстро. И действительно, при темпе движения с востока на запад $2,7^\circ$ в час Деймосу требуется 133 часа на то, чтобы сделать полный оборот вокруг Марса относительно неподвижной точки на поверхности планеты.

Наблюдатель на марсианском экваторе увидел бы, что Деймос встает на востоке и медленно движется на запад, пока примерно через 33 часа не окажется в зените. Еще 33 часа он будет двигаться на запад, где и зайдет. Пройдет еще 66 часов, прежде чем он взойдет снова.

Предположим, что Деймос несколько ближе к Марсу, чем на самом деле. Тогда он совершал бы свое путешествие вокруг Марса с запада на восток несколько быстрее, чем сейчас. Вращающейся поверхности Марса было бы еще труднее догнать его, и казалось бы, что Деймос движется с востока на запад еще медленнее.

Если бы Деймос находился достаточно близко к Марсу, то спутник совершал бы оборот вокруг планеты с запада на восток за то же время, кото-

рое требуется Марсу, чтобы повернуться вокруг своей оси. Тогда поверхности спутника и планеты вечно шли бы голова в голову. Для наблюдателя на марсианском экваторе Деймос неизменно оставался бы неподвижен.

Если бы наблюдатель оказался в той части марсианского экватора, которая располагается прямо под Деймосом, то он вечно видел бы Деймос прямо у себя над головой. Если бы он отправился куда-нибудь еще на той же стороне Марса, то он увидел бы, что Деймос стоит ниже в небе. В противоположном полушарии Марса он никогда бы не увидел Деймоса; спутник всегда находился бы с другой стороны от планеты.

Так обстояли бы дела, если бы Деймос отделяли от центра Марса не 14 600, а 12 710 миль. Тогда мы могли бы сказать, что он находится на стационарной орбите.

У любой планеты есть своя стационарная орбита для спутника. Период обращения Земли примерно такой же, как у Марса, так что можно было бы предположить, что стационарная орбита ее спутников находится примерно там же. Но это было бы ошибкой. Земля массивнее Марса и имеет более мощное поле притяжения. Она способна удерживать на орбите спутник, находящийся гораздо дальше. Для Земли такая стационарная орбита будет находиться не в 12 710, а в 26 300 милях от центра планеты.

У Земли нет естественного спутника на геостационарной орбите, но мы вывели на нее искусственные спутники. Если орбита геостационарного спутника не идеально круглая или она наклонена к экватору, то наблюдатель увидит, что спутник совершает в небе колебательные движения относительно некоего центра, описывает эллипсы, вось-

мерки и тому подобное, но у него ни за что не получится описать полный круг вокруг планеты.

Геостационарные спутники особенно эффективны в телекоммуникациях, поскольку спутник, неподвижно висающий над Атлантическим океаном, всегда доступен для передачи сообщений между Европой и США.

Я предвижу один неизбежный вопрос. Кто-нибудь обязательно не поленится написать и спросить, почему спутник, неподвижно зависший в небе над заданной точкой, не падает.

Отвечаю: спутник на геостационарной орбите неподвижен только относительно точки на вращающейся поверхности планеты. Однако он быстро движется вокруг планеты относительно ее центра.

А теперь перейдем к Фобосу. Фобос ближе к Марсу, чем Деймос, и намного. Поэтому Фобос облетает Марс с запада на восток быстрее Деймоса. Более того, скорость его движения вокруг Марса с запада на восток выше скорости вращения Марса вокруг своей оси также с запада на восток.

Обычно в книгах по начальной астрономии этот интересный факт сообщается с каким-то придыханием, как будто от Фобоса никак нельзя было ожидать подобного поведения или как будто это его собственная заслуга. Мой знакомый критик мог бы даже постонать по этому поводу.

На самом деле здесь ничего странного нет. Это совершенно естественно! Любой спутник обогнал бы поверхность планеты, если бы находился близко к ней.

Мы уже отметили, что если бы Деймос отделяли от центра Марса 12 710 миль, то он находился бы на стационарной орбите и, двигаясь с

запада на восток, обращался бы вокруг Марса за то же время, какое требуется Марсу, чтобы повернуться вокруг своей оси. Если бы Деймос находился еще ближе к Марсу, то он двигался бы еще быстрее и облетал бы вокруг Марса *быстрее*, чем Марс поворачивается вокруг своей оси.

Это верно для *любого* спутника, чья орбита ниже стационарной относительно поверхности планеты. Единственный достаточно крупный естественный спутник, орбита которого ниже стационарной, это Фобос. Именно такое близкое расположение относительно поверхности планеты выделяет Фобос из ряда других спутников. И, учитывая это близкое расположение, он неизбежно должен двигаться по своей орбите быстрее, чем планета повернется вокруг своей оси.

Кстати говоря, Сатурн обладает несколькими кольцами, внутренние участки которых вращаются вокруг планеты на более низкой орбите, чем стационарная. Пока Сатурн за 10,6 часа успеет повернуться вокруг своей оси, внутренние кольца уже совершат оборот вокруг своего хозяина за более короткий промежуток времени.

Далее, расстояние до стационарной орбиты у Земли составляет 26 300 миль от центра планеты. Любой спутник, находящийся ближе к Земле, *неизбежно* будет обегать Землю меньше чем за 24 часа, то есть за меньшее время, чем требуется Земле, чтобы повернуться вокруг своей оси. Орбиты большинства наших искусственных спутников ближе к Земле, чем стационарная, и потому они обращаются вокруг Земли быстрее, чем за 24 часа. Самый близкий к Земле спутник облетит Землю за полтора часа.

Конечно, чем быстрее планета вращается вокруг своей оси, тем ближе к ее поверхности ста-

ционарная орбита. Теоретически неизвестны причины, которые запрещали бы Земле вращаться вокруг своей оси со скоростью не 24 часа, а 10 часов. Если бы земные сутки продолжались 10 часов, то геостационарная орбита находилась бы всего в 14 600 милях от ее центра. А если бы Земля поворачивалась вокруг своей оси за полтора часа, то геостационарная орбита была бы на расстоянии в 4000 миль от ее центра и совпала бы с поверхностью.

Если бы Земля поворачивалась вокруг своей оси за полтора часа, никакой спутник не мог бы вращаться вокруг Земли быстрее, чем она вокруг своей оси. Но при совпадении поверхности планеты со стационарной орбитой центробежная сила уравновесит силу притяжения, и океаны Земли улетят в космос.

Но вернемся к Фобосу...

Он вращается вокруг Марса с запада на восток. То есть, несмотря на вращение Марса, Фобос встает на западе и садится на востоке. И это снова ничего не говорит об особых талантах или причудах Фобоса. Это неизбежное следствие того, что он находится на орбите более близкой к планете, чем стационарная. Все наши искусственные спутники (кроме некоторых, запущенных далеко) поднимаются на западе и садятся на востоке — при условии, что они проходят по орбите с запада на восток.

Если Фобос за один час проходит $32,4^\circ$, то полный круг вокруг Марса относительно неподвижной точки на поверхности планеты он совершает за 11,1 часа. Он поднимается на западе, приходит в зенит через 2,8 часа и заходит за горизонт, пробыв в небе всего 5,55 часа.

Кроме того, каждые 10,3 часа Фобос обгоняет Деймос и проходит в нескольких градусах от него.

(Иногда даже случаются затмения Деймоса.) Пока Деймос медленно тащится по марсианскому небу с востока на запад, Фобос за это время успевает пролететь в противоположную сторону шесть, а то и семь раз, каждый раз вблизи от своего собрата.

Как дела с фазами у Фобоса и Деймоса? Цикл фаз зависит от вращения спутников относительно Солнца, а не относительно неподвижной точки на поверхности планеты.

У Фобоса уходит 11,1 часа на то, чтобы описать круг в марсианском небе, и всего 7,65 часа на то, чтобы завершить полный цикл фаз.

Предположим, к примеру, что Фобос встает на западном горизонте в первой фазе — в «новолуние». Для этого он должен взойти в момент захода Солнца. (Вряд ли он окажется непосредственно перед Солнцем, так как видимая орбита Солнца наклонена на 24° относительно орбиты Фобоса и они проходят на значительном расстоянии друг от друга. Это также верно для Луны и Солнца — по этой причине у нас не бывает затмения каждый раз в новолуние. Но сейчас о другом.)

Как бы там ни было, если Фобос встает в момент захода Солнца, то он быстро прибывает, поднимаясь над горизонтом, а под ним плывет Солнце. К тому времени, как Фобос проходит свой зенит и оказывается на полпути к востоку, он находится напротив Солнца, которое уже опустилось далеко за марсианский горизонт. Тогда спутник находится в фазе «полнолуния». Когда Фобос садится на востоке, он находится в третьей четверти и выглядит убывающим полумесяцем.

А Деймос? Оставаясь в небе 66 часов, он проходит через полный цикл фаз за 30,3 часа. Если он встает на востоке в первой фазе, то достигает «полнолуния», находясь на полпути к зениту, и

вскоре после зенита снова наступает «новолуние». Находясь в небе, он успевает дважды завершить полный цикл смены фаз. Это, разумеется, происходит потому, что вращение Марса заставляет Солнце дважды проплыть по небу, пока в нем сияет Деймос.

Все это выглядит весьма увлекательно. Подумать только, две луны, одна из которых практически постоянно находится в небе, то прибавляясь, то убавляясь у вас на глазах, а другая носится по небу, как гонщик, к тому же в обратную сторону. И еще Солнце движется с востока на запад вдвое быстрее Деймоса.

Но у этой изумительной картины есть один большой недостаток — крохотный размер обоих спутников. Деймос имеет всего 6 миль в диаметре, а Фобос — 10. Даже при своей близости к Марсу небесные тела такой величины едва ли способны произвести внушительное впечатление.

Для сравнения, видимая ширина Луны равна 31 угловой минуте. Фобос, находясь в зените, на расстоянии 3600 миль над марсианским экватором, имеет видимую ширину всего 10 угловых минут, то есть $\frac{1}{3}$ от ширины Луны.

Общая видимая площадь Фобоса не превышает $\frac{1}{9}$ площади Луны, но он не может быть таким же ярким, как Луна. Фобос находится дальше от Солнца и получает меньше света. Он получает всего 43 процента от того количества света, которое получают Земля и Луна. Если отражательная способность Фобоса не больше, чем у Луны, то, находясь в зените, он в 20 раз тусклее Луны.

Что касается Деймоса, который меньше Фобоса и находится дальше от планеты, он будет казаться

точкой света величиной в 1,6 угловой минуты. Он будет выглядеть как большая звезда, которая в 240 раз тусклее (это в лучшем случае) нашей Луны в полнолуние. Его фазы неразличимы, он просто тускнеет по мере приближения Солнца.

Большое разочарование. Обе марсианские луны — всего-навсего миниатюрные небесные тела; одно в виде точки размером с крупную звезду, а другое хотя выглядит кругом, но совсем маленьким и тусклым.

И все-таки давайте остановимся и подумаем. Даже если Деймос в 240 раз тусклее Луны в полнолуние, он почти в 10 раз ярче Венеры (в ее самой яркой фазе), какой ее видно с Земли. В нашем небе не сыщешь такого же прекрасного и крупного алмаза.

Что касается Фобоса, то он, хотя и невелик, все же обладает некоторыми интересными свойствами. Когда Фобос у горизонта, он находится гораздо дальше от наблюдателя, чем в зените, за счет расстояния от точки, где стоит наблюдатель, до линии видимого горизонта. На восходе Фобос имеет видимый диаметр чуть менее 6 минут. Поднимаясь от горизонта к зениту, он будет не только менять фазы, но и расти, его видимая площадь увеличится почти в три раза. Затем, опускаясь к восточному горизонту, он снова будет заметно уменьшаться.

(Интересно, имеет ли место на Марсе оптическая иллюзия, из-за которой Луна, находясь у горизонта, кажется огромной. Если да, то очень жаль, потому что это помешает любоваться изменением видимого размера Фобоса.)

С таким набором особенностей, меняя фазы, увеличиваясь и уменьшаясь в диаметре, пролетая

в обратную сторону, то и дело проходя вблизи Деймоса, становясь тусклее или ярче по мере приближения и удаления Солнца, Фобос, безусловно, отличается очарованием и разнообразием, которого не имеет наша Луна, несмотря на ее величину и яркость.

Но и это еще не все. Фобос слишком мал, и собственная сила притяжения не превратила его в шар. Он имеет неправильную форму. Например, астероид Эрос того же порядка величины, что и Фобос, известен своей прямоугольной формой.

Поэтому вполне возможно, что Фобос будет казаться не светящимся кругом, а неровной глыбой, которая приковывает взгляд увлекательным зрелищем калейдоскопической игры света и теней и никогда не наскучит.

Вот что слышу я в грохоте статистики; вот какой калейдоскоп показывает она мне в небесах. Если мой друг критик, имени которого я не называю, прочтет эту главу, он волен сколько угодно благоговейно стонать; я же предпочел бы весело присвистнуть.

Глава 7

ХИМИЧЕСКАЯ ЗНАКОМАНИЯ

Я равнодушнозираю на растущую нумеризацию нашего общества. Я спокойно запоминаю свой почтовый индекс, номер социальной страховки, междугородный телефонный код и все мои многозначные номера телефонов. Я даже рад, что у нас в Массачусетсе многозначные номерные знаки у машин. Номера двух моих машин я помню наизусть.

Я даже с облегчением воспринял отказ от буквенных обозначений. На мой взгляд, они только

сбивали с толку. Например, когда я поступил в Колумбийский университет, я видел много припаркованных неподалеку машин с номерами, начинающимися на CU (Columbia University). И каждый раз, когда я проходил мимо машины с номером CU-1234, меня сводил с ума тихий голос, который пищал у меня в мозгу: «купрум-1234», ведь Cu — это химический знак меди.

У нас в Ньютоне — городке, где я живу, — три телефонные станции, две из них называются Лазелл и Бигелоу. Для меня номер LA5-1234 означает «лаптан 5-1234», а номер BI4-1234 — «висмут 4-1234». Иногда я так и называю телефонные номера, чем привожу в испуг и уныние юных телефонисток на другом конце провода.

Итак, раз уж я заговорил о телефонных станциях и химических знаках, а телефонные станции с живыми операторами заменяются автоматически, давайте возьмемся за химические знаки. (Незаметно я подкрался, да?)

Я сильно подозреваю, что для прогресса в науке или любой ее отрасли жизненно необходим простой стандартизированный язык для изложения научных понятий. Только на таком языке один ученый может понимать другого в своей области. Без него научное общение невозможно, а потому становится невозможным дальнейшее развитие.

Например, общепринятого химического языка не существовало до XVIII века. Напротив, алхимики упивались невразумительностью своих текстов и сочиняли самые витиеватые термины для обозначения различных субстанций, с которыми работали. Пользуясь мифологией и метафорами, они изо всех сил старались производить впечатление великих мистиков, чтобы скрыть важное обстоятельство: они в принципе не понимали, о

чем говорят. (Конечно, встречались достойные исключения.)

Вследствие этого, когда появились люди, которые серьезно занялись химией, оказалось, что они не понимают трудов прошлого (а в шелухе алхимической чепухи и жульничества прятались зерна реальных открытий, которые обязательно нужно было откопать). Они едва понимали друг друга, и прогресс в химической науке шел очень медленно, если шел вообще.

К концу XVIII столетия все химики уже стонали от этого непонимания, и в 1782 году французский химик Луи Бернар Гитон де Морво опубликовал трактат, в котором указывал на необходимость создания систематизированной, простой и логичной химической терминологии.

Труд Гитона де Морво привлек внимание Антуана Лорана Лавуазье, выдающегося химика своего времени. Он объединился с де Морво и вместе с двумя другими химиками, Клодом Луи Бертолле и Антуаном Франсуа де Фуркруа, приступил к разработке такой терминологии. К 1787 году их труд был окончен.

Этим языком мы пользуемся до сих пор. Говоря о хлористом натрии, серной кислоте или перманганате калия, мы употребляем термины, придуманные «Лавуазье со товарищи», и отлично придуманные.

По крайней мере, это касается неорганических соединений с относительно простым химическим составом. Органические соединения (содержащие атомы водорода и углерода) — это совсем другое дело. Они оказались слишком сложными для языка Лавуазье.

Терминология органической химии возникала как бог на душу положит и вобрала в себя множе-

ство бытовых названий (названий, не имеющих никакого отношения к химическому составу обозначаемого соединения и не дающих о нем никакого понятия), причем от большинства из них не удастся избавиться и по сей день. Только в 1892 году на состоявшемся в Женеве международном конгрессе химиков была разработана стандартизированная система терминов для обозначения органических соединений, чтобы по написанию можно было воспроизвести молекулярную структуру любого нужного соединения.

Например, если кто-нибудь скажет мне: «9-, 12-, 15-октадекадиеновая кислота», я смогу написать формулу этого соединения, поскольку знаком с женевской номенклатурой. Я смогу написать формулу, даже если раньше никогда не слышал о таком соединении. Однако, если мне назовут его бытовое название — линолевая кислота, тогда я беспомощен. Я должен точно знать формулу, или я пропал.

Однако, хотя слов достаточно для обозначения не очень сложных неорганических соединений, это не предел совершенства. Необходимо нечто более простое, чем слова, что можно было бы применить для изображения молекулярной структуры.

Впервые возможность отказаться от слов появилась в самом начале XIX века, когда английский химик Джон Дальтон разработал современную теорию атома. Дальтон предположил, что все вещества состоят из атомов, каждый элемент состоит из разных видов атомов, а вещества, не являющиеся элементами, состоят из тесно связанных атомов разных элементов. Почему бы не представить каждый элемент или атом в виде какого-то символа?

Тогда можно показать структуру соединений (субстанций, которые не являются элементами) в форме составленных вместе символов различных атомов в соответствующей комбинации, которая в итоге была названа молекулой.

В 1808 году Дальтон опубликовал свои предложения по химическим символам. Каждый атом он, естественно, изобразил в виде маленького кружка, причем кружки отличались друг от друга мелкими подробностями. Пустой кружок означал атом кислорода; кружок с точкой в середине означал атом водорода; кружок, разделенный на две половины вертикальной линией, — атом азота; черный кружок — атом углерода и так далее.

Конечно, кружки смотрелись очень живописно, но совсем не научно. Ничто в них не указывало на представляемый элемент (разве что черный кружок напоминал о черноте угля). Тем более, что их нужно было запоминать наизусть.

Кроме этого, хотя количество открытых к 1808 году элементов было гораздо меньше количества элементов, известных в наше время, их уже было слишком много, чтобы обойтись средствами одной геометрии. Атом серы обозначался кружком с буквой S в центре, атом фосфора — кружком с буквой P и так далее.

Новый шаг вперед сделал шведский химик Йонс Якоб Берцелиус в 1814 году. Зачем рисовать какие-то кружки, если внутри все равно приходится писать буквы? Хватит и одних букв. S и P могут обозначать соответственно серу и фосфор, не прибегая к излишним украшениям вроде кружочков.

Берцелиус предложил, чтобы каждый элемент по возможности обозначался первой буквой его названия. Если несколько элементов начинаются с одной и той же буквы, то нужно взять из его назва-

ния две буквы с условием, что вторая буква должна четко указывать на его название. Таким образом, если углерод обозначить буквой C, то хлор можно обозначить буквами Cl, хром — Cr, а кобальт — Co.

Систему Берцелиуса приняли почти сразу же, она остается в силе по сей день и, вероятно, никогда не сменился другой. Буквы или буквосочетания, представляющие химический элемент в общем или отдельный атом этого элемента в частности, известны как химические знаки элемента, и они так прочно засели в мозгу любого профессионального химика, что, как в моем случае, он видит химические элементы в телефонных и автомобильных номерах.

Какое печальное свидетельство человеческой природы, что Джон Дальтон, тихий квакер¹, благородный человек и великий ученый, не смог заставить себя принять то, что остальной мир тогда и сейчас признает усовершенствованием его собственной системы. Дальтон видел в системе Берцелиуса только мешанину букв, которая, уверял он, вскоре забудется. Он ошибся.

Берцелиус изобрел довольно путанный способ, каким следовало изображать молекулярную структуру с помощью химических знаков элементов. От этой части его системы решено было отказаться в пользу цифрового кода. И теперь если молекула воды содержит два атома водорода и один атом кислорода, то ее химическая формула изображается в виде формулы H_2O ; если молекула серной кислоты состоит из двух атомов водорода, атома серы и четырех атомов кислорода, то она обозначается формулой H_2SO_4 и тому подобное.

¹ К в а к е р ы — члены религиозной христианской общины пуританского толка, проповедующие простоту в общении, пацифизм. (Примеч. пер.)

Такая система вполне годится для большинства неорганических и некоторых органических соединений, однако в органической химии, за исключением немногих молекул, вещества имеют такую сложную структуру, что простой нумерации атомов недостаточно. Пришлось изобретать особые формулы, но это совсем другая история.

Итак, на остальных страницах этого эссе будем говорить о самих химических знаках и забудем о молекулах. В идеале знаки должны были состоять только из первых букв, но в латинском алфавите всего 26 букв, а элементов намного больше 26.

В настоящее время известны 104 элемента¹. Из них 104-й был недавно открыт советскими учеными и еще не получил название и знак. Тем не менее химики уже имеют в своем распоряжении 103 элемента с названиями, требующими знаков, так что волей-неволей приходится пользоваться двухбуквенными обозначениями. К счастью, для них алфавита вполне достаточно. Существует 676 (26 в квадрате) двухбуквенных сочетаний, и наука едва ли когда-нибудь откроет столько разных элементов.

На самом деле, когда химикам более поздних времен пришлось задуматься над этим вопросом, они даже пожалели о том, что некоторые химические знаки состоят из одной буквы. Единообразие было бы, конечно, лучше, и раз нельзя дать всем элементам однобуквенное обозначение, то надо было обозначить все элементы без исключения двумя буквами. По этой причине в последние сто лет химики, как

¹ К настоящему моменту открыто 114 элементов. (Примеч. пер.)

правило, давали новым элементам обозначения из двух букв, даже если можно было обойтись одной.

Элементы, представленные одной буквой, в большинстве случаев уже были известны в то время, когда Берцелиус разрабатывал свою систему, и тогда они получили свои знаки. Они намертво закрепились в истории химии и едва ли могли измениться. Авторы тысяч статей и книг миллионы раз называли атом кислорода буквой О, так что переименовать его, к примеру, в Ох просто немыслимо.

Шестнадцать элементов обозначаются одной буквой. Перечислим их в таблице 6 в порядке открытия.

Таблица 6

ОДНОБУКВЕННЫЕ ЗНАКИ

Элемент	Знак	Год открытия
Углерод	C	Доисторический
Сера	S	Тот же
Фосфор	P	1669
Азот	N	1772
Кислород	O	1774
Вольфрам	W	1783
Уран	U	1789
Водород	H	1790
Иттрий	Y	1794
Калий	K	1807
Бор	B	1808
Йод	I	1811
Ванадий	V	1830
Фтор	F	1886
Аргон	A	1894
Эйнштейний	E	1952

Из этих шестнадцати элементов двенадцать были известны в то время, когда Берцелиус приступил к своей системе, а ванадий был открыт через

несколько лет после ее создания. Тогда однобуквенные знаки пользовались популярностью. Фтор был выделен лишь после 1886 года, но о его существовании было известно еще во времена Берцелиуса, когда он получил название и знак.

Только два элемента, открытые после 1830 года без предположения об их существовании, получили однобуквенные знаки. Это аргон и эйнштейний. Между прочим, оба они сменили знаки.

В 1957 году официальная комиссия ученых-химиков составила рекомендации по химическим знакам. Я подозреваю, что они с удовольствием отменили бы все однобуквенные знаки, но это было не в их силах. Однако они сумели запретить однобуквенные знаки в будущем и поменять знаки аргона и эйнштейния. Аргон не участвует в известных соединениях, поэтому его символ редко использовался в трудах по химии, а эйнштейний просуществовал всего пять лет, да еще в таких микроскопических количествах, что его соединения еще не успели как следует изучить. В связи с чем никто не пострадал от постановления комиссии о том, что отныне химическим знаком аргона будет Ar , а не A и химическим знаком эйнштейния будет Es , а не E .

Глядя на таблицу 6, можно заметить, что первые буквы названий четырех элементов не совпадают с химическими знаками. Это углерод, азот, кислород и водород. Почему так случилось?

Ответ в том, что в наше время новые элементы получают международные названия (чуть-чуть отличающиеся в зависимости от особенностей каждого языка), но по-другому было с элементами, открытыми в древние времена. Железо по-английски называется iron , по-немецки eisen , fer

по-французски, hierro по-испански. Какую же букву выбрать для химического знака железа?

Берцелиус решил (и очень мудро) не отдавать предпочтение ни одному из современных языков, а воспользоваться латинскими названиями всех существовавших в то время элементов. Восемь элементов, открытых до того, как возникла традиция употреблять унифицированные международные названия, по-английски называются совсем не так, как на латыни. Еще три отличаются в английском и немецком языках, и в международное употребление вошли немецкие названия элементов. Все одиннадцать перечислены в алфавитном порядке в таблице 7.

Таблица 7

НАЗВАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Русское название	Английское название	Латинское название	Знак
Вольфрам	Tungsten	Wolfram*	W
Железо	Iron	Ferrum	Fe
Золото	Gold	Aurum	Au
Калий	Potassium	Kalium*	K
Медь	Copper	Cuprum	Cu
Натрий	Sodium	Natrium*	Na
Олово	Tin	Stannum	Sn
Ртуть	Mercury	Hydrargyrum	Hg
Свинец	Lead	Plumbum	Pb
Серебро	Silver	Argentum	Ag
Сурьма	Antimony	Stibium	Sb

Можно проследить происхождение некоторых из этих названий. Полагают, что слово cuprum происходит от названия острова Кипр (Cipros по-гре-

* Употребляются в немецком языке.

чески), где еще в древности были найдены залежи меди. От *cuprum* происходит английское название меди *corper*.

Hydragyrum означает «водяное серебро» или «жидкое серебро», что очень удачно описывает свойства элемента, известного нам под названием ртути. Староанглийское название ртути *quicksilver* («быстрое серебро») из того же ряда.

Название ртути *mercury* (меркурий) уходит в Средние века, когда алхимики связывали семь элементов с семью планетами. Золото соответствовало Солнцу, серебро — Луне, медь — Вепере. Три самых драгоценных металла соответствовали трем самым ярким планетам, расположенным в порядке уменьшения ценности и яркости. (До Коперника Солнце и Луна считались планетами.) Железо соответствовало Марсу, богу войны, поскольку из железа изготавливалось оружие; ртуть — Меркурию, потому что Меркурий очень быстро бегает по небесам, словно текучая ртуть; а свинец соответствовал Сатурну, потому что Сатурн движется медленнее всех других планет, будто свинцом налитой. Из этих названий в английском языке задержалось только «меркурий».

Происхождение остальных латинских названий: *aurum*, *plumbum*, *ferrum*, *argentum* и *stannum* — неизвестно. Что касается английских названий, то *tin*, возможно, произошло от *stannum*; *iron* — от того же слова, что и *ore* — руда; *gold*, может быть, произошло от древнего прагерманского слова, обозначающего «желтый» (по-немецки «желтый» до сих пор называется словом *gelb*). Слова *lead* и *silver* неизвестного происхождения.

Сурьма была открыта примерно в 1450 году. Почему по-английски она называется *antimony*, неясно, и объяснения происхождения этого сло-

ва в большинстве своем совершенно неубедительны. Хотя сам металл не был известен в древние времена, некоторые из его составляющих в виде порошка использовались для подводки глаз и бровей (что-то вроде первобытной туши), и латинское название *stibium*, возможно, происходит от слова, означающего «знак». Один из вариантов этимологии слова *antimony* прослеживает его путь от *stibium* через арабский язык.

Вольфрам встречается в минерале, открытом на территории Германии и называемом «вольфрамт»; слово имеет неизвестное происхождение. Также он встречается в минерале, добываемом в Швеции и называемом *tungsten*, что значит по-шведски «тяжелый камень», потому что минерал заметно тяжелее обычных камней. Металл, содержащийся в этих минералах, был выделен почти одновременно в Швеции и Германии, соответственно Карлом Вильгельмом Шееле и двумя братьями-испанцами Фаусто и Хуаном Хосе де Элуяр. Шееле окрестил металл *tungsten* по названию минерала, хотя сам минерал в конце концов получил имя шелит в честь ученого. Братья называли металл *wolfram*. По-английски металл стал называться *tungsten*, но в международное употребление вошел химический знак от слова «вольфрам».

Есть элемент, который можно выделить из соединения, известного под названием селитра, *soda niter* по-английски. В 1807 году английский химик Хэмфри Дэви выделил его из другого вещества, называемого содой, и назвал его *sodium*. Однако немцы выбрали вторую часть — *niter* — и называли элемент *Natrium*¹. В международное

¹ Слово *Natrium* произошло от арабского «натрун» — «природная сода».

употребление вошел знак, взятый из слова *Natrium*. Другой элемент, найденный в селитре, азот, называли по-английски *nitrogen*, так что *nitrogen* и *Natrium*, по существу, имеют одно и то же происхождение, хотя описывают два совершенно разных элемента.

В древности один полезный химикат добывали тем, что сжигали определенные растения в больших горшках и выщелачивали золу в воде. В английском языке получившееся соединение без обиняков называли *pot ash* (горшок с золой), что в конце концов приобрело вид целого слова — *potash*.

Однако по-арабски вещество называлось ал-кили, что значит «зола». Современные химики сказали бы, что это вещество относится к сильным основаниям, и такие вещества в настоящее время называются щелочами — *alkali*.

В 1807 году Хэмфри Дэви выделил из поташа металл и назвал его *potassium*. А немецкие химики предпочли взять за основу арабское слово и превратили ал-кили в *Kalium*. Отсюда и был взят химический знак¹.

Но не думайте, что из-за этого немецким школьникам проще дается химия. Немцы вообще не так охотно пользуются греческими и латинскими словами, изобретая термины, и предпочитают немецкий язык. У нас водород называется *hydrogen*, кислород — *oxygen* и азот — *nitrogen* («селитрород»), все три названия наиболее часто встречающихся и

¹ Русские названия химических элементов: азот — от греческого *zōos* (жизнь) и отрицательной частицы *a* (азот не поддерживает дыхания и горения); селитра — от латинского *sal* (соль) и *nitrum* (природная сода, щелочь); сурьма — от персидского названия сурьмы. Остальные перечисленные элементы названы по наименованиям соответствующих самородных металлов.

самых важных элементов имеют греческое происхождение.

В немецком языке элементы практически называются Wasserstoff («водяное вещество»), Sauerstoff («кислое вещество») и Stickstoff («душное вещество»). Как же должны удивляться бедные немецкие школьники, берясь за химию, что Wasserstoff обозначается буквой H, Sauerstoff — буквой O, а Stickstoff — буквой N. Но разумеется, в Германии используются международные химические знаки, как и во всех прочих странах.

Для профессиональных химиков эта непоследовательность особой проблемы не представляет. К химическим знакам быстро привыкаешь, поверьте на слово, и Hg у химика так твердо ассоциируется с ртутью, что знак Rt привел бы его в полнейшее замешательство — химик и помыслить бы не мог, что за химический элемент представляет такой знак.

Однако для начинающего связь между hydrargyrum и ртутью является загадкой, туманны даже менее загадочные знаки. Например, Cl — это хлор или кальций, Ca — калий или калифорний, Th — торий, тулий или таллий, Se — селен, селитра или серебро и так далее.

Если такой новичок увидит периодическую таблицу элементов, ему придется наугад искать там нужные знаки. Если у него есть алфавитный перечень элементов, то химические знаки отыскать несколько проще, но не намного, поскольку не все они окажутся в алфавитном порядке. Все равно придется постараться.

А вот что действительно нужно ученику, так это список *химических знаков* в алфавитном порядке.

**ХИМИЧЕСКИЕ ЗНАКИ В АЛФАВИТНОМ
ПОРЯДКЕ**

Знак	Элемент	Знак	Элемент
Ac	Актиний	Fe	Железо
Ag	Серебро	Fm	Фермий
Al	Алюминий	Fr	Франций
Am	Америций	Ga	Галлий
Ar	Аргон	Gd	Гадолиний
As	Мышьяк	Ge	Германий
At	Астат	H	Водород
Au	Золото	He	Гелий
B	Бор	Hf	Гафний
Ba	Барий	Hg	Ртуть
Bi	Висмут	Ho	Гольмий
Be	Бериллий	I	Йод
Bk	Беркелий	In	Индий
Br	Бром	Ir	Иридий
C	Углерод	K	Калий
Ca	Кальций	Kr	Криптон
Cd	Кадмий	La	Лантан
Ce	Церий	Li	Литий
Cf	Калифорний	Lr	Лоуренсий
Cl	Хлор	Lu	Лютеций
Cm	Кюрий	Md	Менделевий
Co	Кобальт	Mg	Магний
Cr	Хром	Mn	Марганец
Cs	Цезий	Mo	Молибден
Cu	Медь	N	Азот
Dy	Диспрозий	Na	Натрий
Er	Эрбий	Nb	Ниобий
Es	Эйнштейний	Nd	Неодим
Eu	Европий	Ne	Неон
F	Фтор	Ni	Никель

Знак	Элемент	Знак	Элемент
No	Нобелий	Sc	Селен
Np	Нептуний	Si	Силикон
O	Кислород	Sm	Самарий
Os	Осмий	Sn	Олово
P	Фосфор	Sr	Стронций
Pa	Протактиний	Ta	Тантал
Pb	Свинец	Tb	Тербий
Pd	Палладий	Tc	Технеций
Pm	Прометий	Te	Теллурий
Po	Полоний	Th	Торий
Pr	Празеодим	Ti	Титан
Pt	Платина	Tl	Таллий
Pu	Плутоний	Tm	Тулий
Ra	Радий	U	Уран
Rb	Рубидий	V	Ванадий
Re	Рений	W	Вольфрам
Rh	Родий	Xe	Ксенон
Rn	Радон	Y	Иттрий
Ru	Рутений	Yb	Иттербий
S	Сера	Zn	Цинк
Sb	Сурьма	Zr	Цирконий
Sc	Скандий		

И еще несколько замечаний напоследок. Элемент ниобий иногда называют колумбием, особенно в США. Под этим названием он имеет знак Сб. Нобелий, с другой стороны, в течение какого-то времени не имел официального названия. Его первооткрыватели, давшие ему имя, описали эксперимент, который нельзя повторить. В дальнейшем элемент был открыт повторно в ходе другого эксперимента, который можно повторить. Тот, кто повторно открыл его, мог бы, если б

захотел, дать элементу другое название, но в 1967 году решено было согласиться с нобелием. Также и лоуренсий был впервые выделен в 1961 году и тогда же получил знак Lw, но в 1963 году Lw заменили на Lg.

И наконец, советские химики еще не дали название открытому ими 104-му элементу, но ходят слухи, что его хотят назвать в честь Игоря Васильевича Курчатова, скончавшегося в 1960 году. Он возглавлял группу советских ученых, разрабатывавших ядерную бомбу после Второй мировой войны. Если так, то, вероятно, элемент получит имя «курчатовий» и химический знак Kc¹.

Глава 8

ВЕЛИКОЕ РОЖДЕНИЕ

В 1950 году Иммануил Великовский² опубликовал книгу под названием «Мир в столкновениях», которая стала сенсацией дня. В течение какого-то времени она занимала место в одном ряду с летающими тарелками, но приводила в ярость астрономов, придерживавшихся ортодоксальных взглядов.

Великовский, видите ли, решил, что Венера позже других вошла в комплект планет Солнечной системы. По его утверждению, немногим более трех тысяч лет назад она откололась от Юпитера. Венера путешествовала по Солнечной системе, в какой-то момент пройдя довольно близко от Земли, и наконец устроилась на своей теперешней орбите.

¹ Курчатовию соответствует знак Ku. (Примеч. пер.)

² Великовский Иммануил — врач по профессии, историк-самоучка, исследователь Библии и других древних текстов. (Примеч. пер.)

Сближение Венеры и Земли вызвало серию катастроф, зафиксированных в Библии (по Великовскому) в виде египетских казней, сопровождавших исход евреев из Египта. Также Великовский высказал гипотезу о том, что под влиянием Венеры Земля несколько замедлила свое вращение, что нашло отражение в эпизоде библейской истории, когда Солнце и Луна остановились в небе, чтобы позволить Иисусу Навину выиграть битву.

Конечно, я ни на минуту не принял «Мир в столкновениях» всерьез (хотя читал с увлечением). Больше всего мой скептицизм возбудила мысль о том, что Земля пережила такое экстраординарное событие, как замедление вращения, без значительных последствий. Как видно, жизнь продолжала идти своим чередом и ничто не поколебало человеческие цивилизации. Что бы ни говорил Великовский о легендах и псалмах с их туманными поэтическими пассажами, в исторических анналах нет ясных ссылок на необычайные астрономические явления за 1200 лет до нашей эры. Самое странное то, что войско Иисуса Навина спокойно смотрело, как замирают в небе Солнце и Луна. Ведь это означало, что Земля перестала вращаться, но никто даже не споткнулся. Хотя стоит какому-то автобусу вдруг затормозить, как все пассажиры валятся на пол!

Картина, изображенная в книге «Мир в столкновениях», не дает адекватного представления о том, что такое *настоящая* катастрофа астрономического масштаба.

И потому я с каким-то мрачным удовольствием приступаю к описанию астрономического события, очень похожего на описанное Великовским, но имевшего более реалистичные последствия.

Чтобы как следует подготовить почву, нам надо вернуться в последние годы XVIII столетия к английскому геодезисту Уильяму Смиту. В то время Англию пересекало множество каналов, поскольку железные дороги еще не успели изобрести, и Смит занимался строительством подобных сооружений. Присутствуя на земляных работах, он не мог не обратить внимания на то, что разные типы пород лежат параллельными слоями или геологическими пластами.

Смит не первый заметил эту особенность, но он пошел дальше других. Он обнаружил, что для каждого отдельного пласта характерны свои виды окаменелостей, и заявил, что по окаменелостям и ископаемым пласт можно идентифицировать. Хотя в результате геологических процессов целостная структура пласта затем подвергалась деформациям, Смит счел нужным изложить свое мнение о данном немаловажном факте в книге, опубликованной в 1816 году.

Тогда же возникло разумное предположение, что геологические пласты, залегающие глубже под землей, образовались раньше тех, что ближе к поверхности. Но лишь в наши дни появилась возможность сравнить образец породы, взятый в одном месте, с другими образцами из удаленных районов по содержащимся в них ископаемым остаткам. Так появился раздел геологии под названием стратиграфия.

Еще в XVIII веке первые геологи нашли основания для деления пластов на три большие группы. Самый глубокий и старый из известных пластов был назван первичным; над ним располагался вторичный, а ближе всего к поверхности — третичный. Просто, как раз, два, три. (В 1829 году четвертый слой, моложе остальных и

по сравнению с ними в буквальном смысле слова современный, был назван — как бы вы думали? — конечно, четвертичным.)

Однако такая классификация была не очень удобна, ибо по одним геологическим признакам не всегда можно было определить, к какому периоду относится данный пласт. Пласты сильно перемешались под влиянием процессов формирования гор и выветривания. Но установить пласт по ископаемым остаткам было совсем просто (во всяком случае, намного проще), поэтому было принято справедливое решение дать пластам новые названия в соответствии с содержащимися в них окаменелостями.

Этим занялись несколько британских геологов, виднейших специалистов своего времени — «героической» эпохи в науке.

Один из них, Адам Седжвик (у которого учился Чарльз Дарвин), предложил называть первичные пласты палеозойскими, а третичные и четвертичные — кайнозойскими. Эти термины происходят от греческих слов, означающих соответственно «старая жизнь» и «новая жизнь».

Другой английский геолог, Джон Филипс, племянник Уильяма Смита, тут же окрестил вторичные пласты мезозойскими («средняя жизнь»).

Эти широкоохватные категории представляют собой геологические эры, или эратемы; иначе говоря, современная наука признает (в порядке их появления) палеозойскую эру, мезозойскую эру и кайнозойскую эру.

Данная классификация особенно хорошо выглядит с точки зрения эволюции, что не вызывает удивления, ведь она строилась на основании найденных ископаемых. Палеозойская эра принадлежала рыбам, поскольку сухая земля была

пуста и бесплодна, и ее освоение началось в более поздние эпохи. В мезозойскую эру сушу полностью завоевали рептилии, и она стала эпохой расцвета динозавров. И наконец, в кайнозойскую эру, продолжающуюся по сию пору, на земле воцарились млекопитающие.

Естественно, когда ученые приступили к более пристальному изучению геологических пластов, они смогли разделить каждую эру на периоды, каждый период на эпохи и так далее. Однако не будем слишком углубляться.

Периоды, составляющие эру, а также более мелкие подразделения, зачастую получали имена по той местности, в которой изучаемые пласты сохранились в хорошем состоянии для выявления характерных особенностей. Поскольку в течение нескольких десятков лет после Смита в геологии доминировали британские ученые, во многих названиях увековечены области Великобритании.

Итак, палеозойская эра делится на следующие шесть периодов в хронологическом порядке: кембрийский, ордовикский, силурийский, девонский, каменноугольный и пермский периоды. У четырех из них названия указывают на различные местности Великобритании.

Между прочим, единственный период палеозойской эры, который не ссылается на конкретную местность, это каменноугольный. Он первым получил свое название в 1822 году от двух англичан — упомянутого Джона Филипса и Уильяма Дэниэла Конибера. Они ввели термин в употребление задолго до того, как возник обычай называть периоды по топонимам.

Но тем лучше это название, потому что в нем содержатся сведения о важной особенности периода. Именно в пластах каменноугольного периода найдены огромные залежи каменного угля. Каменноугольный период, в свою очередь, разделяется на две эпохи, которые я считаю нужным упомянуть, так как они определены по районам Америки и введены американскими геологами. Первая эпоха, более ранняя, — миссисипская (по названию реки, обнаружена исследователями в штатах Иллинойс и Айова), а вторая, более поздняя, — пенсильванская.

Может быть, вам интересно, в каких четырех названиях запечатлены области Британии? Я подскажу, что три из них относятся к Уэльсу. Кстати, нужно учесть непоколебимую склонность британских ученых XIX века к классической античности.

Седжвик занимался изучением пластов в Уэльсе и в 1835 году предложил назвать самые ранние породы палеозойской эры в его честь. Но Седжвик воспользовался латинским названием Уэльса — Кембрия, поэтому теперь мы говорим о кембрийском периоде.

Другой британский геолог, сэр Родрик Импи Мерчисон, также исследовал окаменелости в Уэльсе и в 1839 году опубликовал результаты своих исследований. Он назвал открытый им период в честь силуров — бриттского племени, когда-то населявшего Южный Уэльс и упомянутого в «Записках о Галльской войне» Цезаря.

Этим племенем британцы особенно гордились, потому что оно отчаянно сопротивлялось нашествию римлян. Вождь племени Карактакус многие годы сражался с римскими войсками, пока не был взят в плен в 50 году нашей эры. Как бы там

ни было, пласт Мерчисона принадлежит к силурийскому периоду.

В том же году Мерчисон и Седжвик вместе исследовали структуру горной породы в Девоншире или Девоне, английском графстве южнее Уэльса на другой стороне Бристольского залива. Так появился девонский период.

И наконец, сорок лет спустя, в 1879 году, еще один английский геолог, Чарльз Лэпворт, сумел выделить группу пластов, включавших поздние кембрийские и ранние силурийские, как считалось раньше. Он показал, что эти пласты заслуживают того, чтобы их отнесли к отдельному периоду, и так появился ордовикский период. Если силурийский получил название от племени силуров, обитавшего в Южном Уэльсе, то ордовикский был назван в честь ордовиков, современно-го им племени из Северного Уэльса.

Шестой период палеозойской эры стал единственным, который получил название по местности, лежащей за пределами Великобритании. Это пермский период, и он назван в честь уральского города Пермь, стоящего в российской глубинке на границе Сибири. Интересно, наверное, думаете вы, как удалось русским пробраться в палеозойские заповедники британцев?

Но никто не пробирался. Скорее наоборот. Мерчисон, облазив весь Уэльс и Девон, возглавил геологическую экспедицию на Урал и продолжил называть периоды названиями местностей, хотя бы и российских.

Мезозойская эра делится на три периода (по старшинству): триасовый, юрский и меловой, и за них надо поблагодарить немцев и французов.

Третий и самый поздний из этих периодов получил свое название первым в 1822 году, как и каменноугольный, еще до обычая называть периоды по местностям. И так же, как каменноугольный период, меловой период был назван в соответствии со своим содержанием. Французский геолог Омалиус д'Аллау обнаружил, что изучаемые им отложения содержат большой процент мела, и определил их как отложения мелового периода.

В 1829 году другой французский геолог, Александр Броньяр, занимался изучением более ранних пластов. Он работал в Юрских горах на французо-швейцарской границе и решил, что вполне естественно назвать период юрским.

В 1834 году немецкий геолог Фридрих Август фон Альберти изучал еще более ранние пласты, которые, как ему показалось, легко делятся на три слоя. Термин «триасовый» фон Альберти взял от греческого слова «три».

Кайнозойская эра делится на два периода, сохранивших два старых своих имени — третичный и четвертичный.

Первый делится на пять эпох с прекрасным набором однообразных наименований: палеоцен, эоцен, олигоцен, миоцен и плиоцен¹ — в порядке убывания возраста.

Три из них придумал британский геолог сэр Чарльз Лайелл в 1833 году, а именно эоцен, миоцен и плиоцен. В вольном переводе с греческого это означает «первоначальный новый», «менее новый», «более новый».

¹ Иногда я ловлю себя на мысли, когда же какой-нибудь геолог во время лекции перечислит все эти названия и с невозмутимым видом добавит: «Ну и, конечно, современная эпоха — обсецен». (Примеч. авт.)

Однако в 1854 году немецкий геолог Генрих Эрнст Бейрих решил, что эпоха между эоценом и миоценом заслуживает собственного названия. По установленному образцу он назвал его олигоценом («немного новым»).

Так же поступил и немецкий ботаник Вильгельм Филипп Шимпер, который в 1874 году высказал мнение, что ранний эоцен отличается характерными окаменелостями растений и потому следует отнести его к отдельной эпохе. И ввел термин «палеоцен» («древнейший новый»).

Четвертичный период почти целиком состоит из одной эпохи, которая прекрасно укладывается рядом с эпохами третичного. Это плейстоцен — термин, изобретенный Лайеллом (потому и укладывается) и означающий «самый новый».

Но Лайелл дал название еще и последней эпохе, начавшейся в конце ледникового периода и просуществовавшей лишь несколько тысяч лет. Это эпоха голоцена («весь новый»), или, отбросив греческий, послеледниковая.

Таков перечень эр и периодов. Но не думайте, что они отчетливо выражены в горных породах. Это придуманная человеком классификация слоев, сравнительно плавно переходящих друг в друга. Отсутствие определенных типов ископаемых и присутствие других свидетельствует о переходе к следующему геологическому пласту, однако в пограничных слоях встречается множество ископаемых остатков, характерных для разных эпох.

Самая резкая граница отделяет конец мелового периода от начала третичного. Это была пора «великого умирания», когда гибель постигла все

разнообразные виды динозавров и прочих рептилий как на суше, так и в море. За короткий в геологическом масштабе промежуток времени произошел грандиозный переворот, и владычество пресмыкающихся сменилось царством млекопитающих, неожиданно распространившихся на суше.

Перемена была столь внезапна, что ученые сломали себе голову, пытаясь установить ее причины. В качестве причин предлагались изменение климата, геологические процессы, болезни, паразиты и прочие всевозможные катаклизмы, но единственно верное решение проблемы так и не нашлось.

Однако резкое окончание мелового периода — это лишь вторая из самых удивительных разделительных линий, встречающихся в геологической истории. А самая замечательная — начало кембрия примерно 600 миллионов лет назад. Это было время «великого рождения» (такого процесса, который можно противопоставить «великому умиранию»).

Более древние, докембрийские породы не содержат ископаемых, тогда как кембрийские пласты ими прямо-таки кишат. За относительно короткий в геологическом смысле период времени появились новые формы жизни, поражающие своим разнообразием и представляющие все современные таксономические типы, кроме хордовых (к которым принадлежат и люди).

Можно допустить, что жизнь возникла незадолго до начала кембрия, и геологические данные просто отмечают появление жизни. Если это так, то жизнь — воистину новое явление. Слои, которые Седжвик, Мерчисон и другие считали ужасно древними, оказались намного древнее, но, тем

не менее, они уходят в глубь веков всего лишь на 600 миллионов лет, а это не так уж много, учитывая возраст Земли, которой по меньшей мере 4,7 миллиарда лет. Выходит, что жизнь существовала не дольше одной восьмой части — последней части истории планеты.

Из-за отсутствия ископаемых в породах более древних, чем кембрий, о них трудно сказать что-то определенное; вследствие этого семь восьмых истории Земли иногда объединяют под одним названием — докембрийская эра.

И все-таки тут есть нечто странное. Формы жизни, характерные для кембрия, слишком многочисленны и развиты. Немыслимо, чтобы появлению таких сложных организмов, как трилобиты, господствовавшие в кембрийских океанах, не предшествовал длительный эволюционный процесс.

Кроме того, в породах возраста 3 миллиарда лет находят слабые следы жизни. Очень слабые, надо признаться, не более чем залежи ископаемого угля, который мог образоваться из остатков водорослей, но жизнь есть жизнь. Поэтому геологи решили объединить эры в еще более крупные отрезки геологической истории — зоны.

Все эпохи, начиная с кембрия, составляют фанерозойский эон (от греческого «явная жизнь»). Все докембрийские эпохи составляют криптозойский эон («скрытая жизнь»). Криптозой в настоящее время поделен на две эры. Пласты, где находят самые древние следы водорослей, принадлежат к археозойской эре («древняя жизнь»), а поздняя докембрийская эра называется протерозойской («ранняя жизнь»).

Итак, подведем итог перечисленным геологическим отделам в таблице 9.

РАЗДЕЛЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИСТОРИИ

Эон	Эра	Период	Эпоха	
Фанерозой	Кайнозой	Четвертичный	Голоцен	
			Плейстоцен	
		Третичный	Плиоцен	
			Миоцен	
			Олигоцен	
	Мезозой	Меловой	Эоцен	
			Палеоцен	
		Юрский		
			Триасовый	
Палеозой		Пермский	{ Пенсильванский	
		Каменно-угольный		Миссисипский
		Девонский		
		Силурийский		
		Ордовикский		
		Кембрийский		
		Протерозой		
			Археозой	
		Криптозой		

Итак, начало кембрийского периода, по-видимому, отмечает не возникновение жизни, а внезапное увеличение ее разнообразия и сложности. Мягкоклеточные (возможно, микроскопические) формы жизни, неспособные сохраниться в виде окаменелостей, вдруг превратились в комплекс-

ную систему организмов с панцирями и щитами, как будто предназначенными для долгого хранения.

Но почему? Почему после нескольких миллиардов лет мягкоклеточной жизни неожиданно-негданно началось бурное развитие и повсеместное распространение сложных организмов, разлившееся по Земле мощным потоком? Я склоняюсь к двум возможным объяснениям: химическому и астрономическому.

За некоторое время до начала кембрийского периода — если первым взять химическое объяснение — появился фотосинтез. Там, где до этого основным источником жизненной энергии были ультрафиолетовые лучи Солнца, медленно создававшие сложные соединения в океане, новые фотосинтетические клетки смогли использовать видимую область спектра солнечного света. Видимая часть солнечного излучения интенсивнее ультрафиолетовой, поэтому фотосинтетические клетки начали быстро развиваться.

Продуктом фотосинтеза стал кислород. Сначала он окислял атмосферные соединения и затем постепенно накапливался в атмосфере в виде свободного кислорода.

Возникли животные формы жизни, способные потреблять свободный кислород, который вдруг наполнил атмосферу и растворился в океане. Реакции с участием свободного кислорода высвобождали примерно в двадцать раз больше энергии на молекулу глюкозы, чем реакции без участия кислорода. Жизнь получила в распоряжение источник энергии невиданной силы.

Но все это случилось не сразу. Содержание кислорода в атмосфере увеличивалось медленно. Подсчитано, что к началу кембрия в воздухе со-

держалось 2% кислорода, то есть его концентрация была в десять раз меньше, чем сейчас. Возможно, она обозначила критическую точку, после которой стали осуществимы реакции с участием кислорода, и на Землю хлынула мощная волна энергии.

Таким образом, кембрийский период ознаменовал момент, когда жизнь расцвела пышным цветом: ее количество, разнообразие и сложность стали возрастать благодаря такой роскоши, как *способность дышать*.

Однако химическое объяснение кое-что не учитывает. Для раннего кембрия характерно не только появление ископаемых остатков. Ему предшествовал период сильной эрозии, которая, возможно, продолжалась 100 миллионов лет. По материкам словно проехал бульдозер. Ни до, ни после этого, насколько известно, поверхность Земли не была такой ровной и гладкой.

Такое впечатление, что по Земле прошелся гигантский шлифовальный круг. Проще всего объяснить это тем, что планета пережила чудовищный ледниковый период, и поверхность материков разравнивали ползучие ледники. Однако против ледниковой гипотезы говорят некоторые химические свойства горных пород, свидетельствующие, что данный период геологической истории, скорее всего, был теплым и, значит, не мог быть ледниковым.

Придется обратиться к астрономической гипотезе, чтобы объяснить резкую геологическую границу, отделяющую кембрий от предыдущей эпохи (такая граница называется несогласным напластованием).

В последнее время поговаривают об одной интересной теории: как будто Луна стала спутником Земли не на заре Солнечной системы, а сравнительно недавно.

Конечно, недавно не в том смысле, в каком это слово употребляет Великовский, но и не так давно. Предполагается, что большую часть жизни Земля обходилась, подобно Венере, без спутника и захватила Луну около миллиарда лет назад. (Остается открытым вопросом, откуда явилась Луна и чем она занималась раньше.)

По некоторым расчетам выходит, что Луна, когда ее захватило гравитационное поле Земли, двигалась по обратной орбите (в направлении, противоположном тому, в котором она движется сейчас). В таком случае в результате приливного действия Луна все ближе притягивалась к Земле (как это происходит со спутником Нептуна Тритоном в аналогичных условиях). На определенном этапе движение Луны по орбите пошло в противоположную сторону, она снова стала удаляться и заняла свое теперешнее положение.

Точка наибольшего приближения за 100 миллионов лет до кембрия находилась не более чем в 11 500 милях от поверхности Земли.

В то время Луна должна была являть собой поразительное зрелище. Имея в диаметре $10,8^\circ$, она казалась бы в 21 раз больше, чем сейчас. Видимая площадь лунного диска в 440 раз превышала бы теперешнюю, и, значит, он сиял бы в 440 раз ярче.

Но пусть вас не слишком завораживает мысль о нашем прекрасном докембрийском спутнике. Находясь так близко, Луна не только проливала бы на Землю изумительный свет, но и вызывала бы приливы и отливы — да еще какой силы!

Позвольте для иллюстрации процитировать статью «Происхождение кембрийского-докембрийского несогласного напластования» из «Американ сайентист», том 54, страница 458, написанную Уолтером С. Олсоном.

Вот что он говорит: «В то время приливные волиы поднимались в 8000 раз выше, чем сегодня, достигая амплитуд, сравнимых со средней глубиной океана». Другими словами, буквально целые океаны обрушивались на материковую сушу.

«Тот, кто видел береговую линию после шторма, — продолжает Олсон, — имеет слабое представление о том, как выглядят последствия приливной волны высотой в сотни и тысячи футов. Волны, обремененные осадочными породами и осколками камней, стирали поверхность суши, превращая континенты в пеплен¹. Донные отложения наполняли все глубокие водоемы, проносились по континентальным шельфам и через края переливались в океаны».

Короче говоря, приливы и отливы шлифовали поверхность Земли словно наждачной бумагой, а океаны мелели.

Но в то время на Земле уже должна была возникнуть жизнь. Смогла ли она сохраниться? По всей видимости, смогла. Полярные океаны, скорее всего, были меньше подвержены приливному действию Луны, там-то, должно быть, жизнь держалась из последних сил.

Возможно, довольно сложные формы жизни сумели пережить это водяное безумие и дали кем-

¹ П е н е п л е н (от лат. *paene* — «почти» и англ. *plain* — «равнина») — выровненный участок суши, образовавшийся в результате очень длительного разрушения горной системы внешними природными процессами. (Примеч. пер.)

брию хорошее начало. Таким образом, совсем не обязательно, что первые организмы, давшие ископаемые остатки кембрийского периода, развились с нуля.

Но, спросите вы, если уже в период лунного безумия существовали сложные формы жизни, почему они не оставили геологических следов? Тут приходит на выручку астрономическое объяснение. Разумеется, в результате абразивного действия приливов с лица континентов стерлись все породы, содержавшие ископаемые остатки. Все свидетельства были уничтожены, и точно можно установить лишь то, что последовало потом.

Как я понимаю, если лунная гипотеза верна, то на суше могла существовать жизнь еще в докембрийский период. Мощные приливы должны были полностью уничтожить ее, не оставив следа. Эволюции пришлось бы начать все сначала и выводить морские формы жизни на сушу. По всей вероятности, новая жизнь не имела бы никакого отношения к докембрийской.

(А для писателей-фантастов тут непахатое поле для догадок. Может быть, разумная жизнь развилась еще в докембрийский период? Может быть, древней цивилизации удалось оставить какие-то следы после себя? Где? Какие? Может быть, они отправили в космос ракеты с «людьми» в состоянии анабиоза, которые должны очнуться в далеком будущем? Очнулись они или нет? Не они ли рассказали Платону об Атлантиде? Не они ли сидят за штурвалами летающих тарелок? Если хотите, берите себе эти идеи. Бесплатно.)

Итак, когда бури стихли, Земля состояла из плоских материков и обмелевших океанов. По сути, это было одно громадное болото с идеальными условиями для распространения жизни.

Компенсируя сто миллионов лет смерти, жизненные формы стали умножаться в числе и разнообразии, а затем были погребены в болотах, превратившись в ископаемые остатки. Таким образом, мы имеем «великое рождение» кембрия.

Подумайте о том, что я рассказал, и сравните с выдумкой Великовского, как Земля якобы внезапно остановила свое вращение, и это обошлось без всяких последствий, разве что Иисус Навин выиграл сражение.

Да уж!

Глава 9

ПОСТУЧИ ПО ПЛАСТМАССЕ!

Мне очень нравится одна история (наверняка выдуманная, иначе с какой бы стати я ее запомнил?) о подкове, которая висела у Нильса Бора на стене над столом.

Однажды к нему пришел посетитель. Увидев подкову, он изумленно уставился на нее, наконец не выдержал и воскликнул: «Профессор Бор, вы один из величайших ученых мира. Неужели вы верите, что подкова приносит удачу?!»

«Нет, — ответил Бор, улынувшись, — конечно, не верю. Мне бы такая чушь и в голову не пришла. Просто мне сказали, что она все равно приносит удачу: веришь в нее или не веришь».

У меня тоже есть своя симпатичная слабость — я постоянно стучу по дереву. Если я нарочно скажу что-нибудь чересчур самоуверенное и самодовольное или похвалюсь удачей, то принимаюсь лихорадочно оглядываться в поисках какой-нибудь деревяшки.

Конечно, я совсем не думаю, что, стуча по дереву, я отпугиваю завистливых бесов, которые спят и видят, как бы навредить беспечному простофиле, расхваставшемуся удачей, не выказав надлежащего почтения к духам и демонам, что управляют везением и невезением. И тем не менее, если задуматься, что ты в конце концов теряешь, постучав по дереву?

Меня очень беспокоит то, что предметы повседневного обихода все реже изготавливают из натурального дерева, вследствие чего мне все труднее отыскивать деревяшку в случае срочной необходимости. Возможно, я дошел бы даже до первого срыва, если бы не услышал одно небрежно брошенное замечание моего приятеля.

Как-то раз он сказал: «В последнее время мне категорически везет». При этих словах он постучал по крышке стола и спокойно добавил: «Постучу по пластмассе, чтоб не сглазить».

Боже мой! Вот и говорите об озарениях. Ну конечно! В современном мире и духи современные. Как видно, сейчас, когда половина лесной древесины в мире переработана на зубочистки и газеты, среди старых дриад, обитавших в деревьях и осенявших своим присутствием священные рощи (откуда и пошел обычай стучать по дереву¹, чтоб не спугнуть удачу), большая безработица. Понятное дело, теперь им приходится селиться в баках для полимеризации и с готовностью отзываться, когда кто-нибудь стучит по пластмассе. Рекомендую этот способ всем желающим.

¹ Некоторые считают, что обычай стучать по дереву символизирует прикосновение к Истинному кресту, но я уверен, что это не так. Думаю, он уходит корнями еще в дохристианские времена. (Примеч. авт.)

Это лишь единственный пример тех представлений, за которые по всякому поводу и без повода хватаются люди, чтобы чувствовать себя в безопасности и покое.

Они выискивают и бережно хранят в сердце любой факт, который подтверждает примету, каким бы нелепым и сомнительным он ни был. И столь же страстно отрицают любой довод, который опровергает примету, каким бы убедительным и надежным он ни был. (Тот, кто слишком убедительно свидетельствует против суеверия, особенно если оно создает чувство уверенности, подвергает себя опасности физического насилия.)

Поэтому, взвешивая плюсы и минусы распространенных представлений, нужно обязательно задуматься, не являются ли они защитными суевериями. Если да, то популярность таких представлений ничего не значит; их нужно ставить под большое сомнение.

Конечно, может оказаться, что какие-то из них соответствуют истине. В частности, американцы чувствуют себя спокойно, будучи уверенными, что США — самое богатое и мощное государство в мире. Но ведь так оно и есть, следовательно, данный защитный предрассудок вполне оправдан.

Однако наш мир столь ненадежен, что, как правило, предрассудки и суеверия оказываются ложными, а не истинными.

Например, опрос, проведенный среди заядлых курильщиков, паверняка показал бы, что абсолютное большинство твердо уверено в неубедительности аргумента о том, что курение приводит к раку легких. Опрос рабочих и специалистов, занятых в табачной промышленности, даст те же результаты. А почему нет? Соображения о вреде

курения заставили бы их волноваться за свое здоровье или финансовое положение.

Опять же, когда я был мальчишкой, у нас с друзьями тоже было свое поверье. Если кто-нибудь ронял конфету на грязный пол, то нужно было только коснуться ее губами и подбросить вверх («чтобы Бог поцеловал»); тогда конфета станет совершенно чистой и гигиенически безопасной. Мы твердо верили в это вопреки всем бактериям и микробам, потому что если бы не верили, то конфета досталась бы тому, кто верит и не боится подобрать ее с земли.

Естественно, можно найти сколько угодно примеров, подтверждающих любой защитный предрассудок. «Мой дед выкуривал по пачке сигарет в день все семьдесят лет своей жизни, а когда он умер, то самым здоровым органом у него нашли легкие». Или: «Джерри подобрал конфету, а сегодня победил в забеге на сорок метров».

А если бы дед свалился от рака легких в тридцать шесть, или если бы Джерри слег с холерой — ну и что, есть же и другие примеры.

Но не будем углубляться в конкретные случаи. Я насчитал шесть самых распространенных предрассудков, которые, по-моему, покрывают собой все остальные; но благосклонный читатель может предложить седьмой, если придумает.

Защитный предрассудок № 1. Существуют сверхъестественные силы, которые можно задобрить или заставить помогать человеку.

Вот суть этого суеверия.

Когда первобытные охотники встали перед фактом, что сегодня дичи много, а завтра мало, когда первобытные земледельцы столкнулись с тем, что

один год бывает засушливый, а другой дождливый, возникло естественное желание предположить, за неимением лучшего объяснения, что этим распоряжаются по своему усмотрению сверхъестественные силы.

Природа капризна, и ее капризы стали приписывать всевозможным божествам, духам, демонам, как их ни назовите. Любым способом их нужно было склонить на свою сторону или силой подчинить их необузданные порывы человеческим нуждам.

Кто говорит, что это легко? Само собой, такая задача требует мудрейшего и опытнейшего человека со всем его мастерством. Так появляется особый класс людей, манипулирующих духами, — каста жрецов в самом широком смысле слова.

Манипуляцию духами можно назвать магией. Слово «магия» произошло от магов, зороастрийских жрецов древней Персии.

Популярность у этого суеверия подавляющая. Однажды некое влиятельное в фантастических кругах лицо, весьма увлеченное всякими магическими предрассудками и делающее вид, что принадлежит к преследуемому меньшинству, однажды написало мне: «Во все времена, кроме нашего, человечество верило в магию. Что дает нам право считать себя умнее других?»

В то время я ответил ему так: «Во все времена, кроме нашего, человечество верило, что Солнце вращается вокруг Земли. Нужно ли все вопросы решать голосованием?»

На самом деле ситуация еще хуже, чем представляет себе влиятельное лицо. Человечество верило в магию во все времена, верит и в наше. Я имею в виду не только наивных и необразованных представителей современного общества. Даже са-

мые интеллектуальные его члены — образованные люди, ученые — сохраняют остатки веры в потусторонние силы.

Когда подкова висит на стене у Нильса Бора (если, конечно, она действительно висела) — это магический ритуал против неудачи, в котором используется власть железа над миром духов. Когда я стучу по дереву (или пластмассе), я тоже пытаюсь манипулировать духами.

Вы можете возразить, как это делает влиятельное лицо, что должна же быть какая-то магия, раз в нее верят столько людей.

Да нет, отчего же? Просто есть очень большой соблазн поверить. Проще простого поверить, что можно отвести неудачу, постучав по дереву. Если это чушь, ты все равно ничего не теряешь. Нужно быть упрямым, как дуб, чтобы даже не попробовать испытать счастье.

Но неужели люди рано или поздно не поняли бы, что магия ничего не дает, и не отказались бы от нее?

А кто говорит, что магия ничего не дает? Разумеется, она помогает — по мнению тех, кто в нее верит.

Положим, вы постучали по дереву, и вам повезло. Ну, понимаете? Конечно, было бы интересно вернуться в прошлое, не постучать по дереву и узнать, повезло бы или нет, но как организовать такую проверку?

Или, скажем, вы увидели паука и десять дней подряд ждете письма. Наконец на десятый день оно приходит. Вы тут же забываете остальные девять — какое вам еще нужно доказательство?

Или как быть, если вам перебежала дорогу черная кошка, вы свернули и через три минуты упали и сломали ногу? Разумеется, возразить,

что если бы вы не свернули, то сломали бы не ногу, а шею.

Это беспронгрышная лотерея! Хотите верить — верьте!

Магия действительно работает. Канатоходец, который перед выступлением тайком дотрагивается до заячьей лапы, заткнутой за пояс, выходит на канат так уверенно, что полный успех ему обеспечен. Актер, забывший послать к черту того, кто пожелал ему ни пуха ни пера перед выходом на сцену, будет так нервничать, что перепутает все слова. Иначе говоря, даже если магия не работает, за нее это делает вера в магию.

Почему же наука не опровергнет приметы? Зачем? Это невозможно. Мало кто из верящих в приметы согласился бы с опровержением.

Ученым остается лишь одно — заниматься наукой исходя из *предположения*, что защитный предрассудок № 1 ложен. Изучая Вселенную, в своих расчетах они не делают скидку на капризы сверхъестественных сил. Устанавливая минимальное число закономерностей (ошибочно называемых «законами природы»), ученые полагают, что любой факт должен соответствовать этим законам. Накопленные знания иногда требуют пересмотра ранее сделанных обобщений, но капризы тут ни при чем.

Как ни смешно, ученые сами превратились в касту новых жрецов. Некоторые суеверные люди видят в ученых новых магов. Именно ученый умеет манипулировать Вселенной посредством таинственных, известных только ему ритуалов, призванных обеспечить безопасность человечества. Это убеждение, на мой взгляд, такое же необоснованное, как и предыдущее.

Кроме того, наука вносит в суеверия и приметы свои коррективы в виде псевдонаучности. Напри-

мер, вместо прежних ангелов и духов, спускавшихся на землю, чтобы вмешиваться в людские дела и вершить правосудие, теперь у нас есть высокоразвитые гуманоиды, прилетающие на тарелках и берущие на себя функции духов (по мнению некоторых). По-моему, инопланетная мистика отчасти обязана своей популярностью тому, что инопланетяни воспринимают в качестве новой, более научной версии ангелов.

Защитный предрассудок № 2. В действительности смерти не существует.

Насколько нам известно, человек — единственный представитель животного мира, осознающий неизбежность смерти. В отличие от всех остальных живых существ каждый человек точно знает, что когда-нибудь обязательно умрет.

Это убийственное знание; нельзя не удивляться тому, как сильно оно влияет на человеческое поведение, делает его непохожим на поведение прочих животных.

Хотя последствия могли быть заметнее, но люди везде и всегда решительно отказывались думать о смерти. Многие ли из нас живут так, будто собираются жить вечно? Да почти все, по-моему.

Есть относительно разумный способ отрицания смерти — считать истинно живым существом не отдельного человека, а семью, род, что индивидуум не полностью умирает, пока жив его род. В том числе и на этом соображении основывается культ предков, поскольку предки якобы живут до тех пор, пока им поклоняются потомки.

В таких обстоятельствах отсутствие детей (особенно сыновей, так как в большинстве пле-

меньших сообществ женщины в расчет не принимались), естественно, было страшным несчастьем. Так было в древнем Израиле, как рассказывает Библия. В Библии даны четкие правила, по которым мужчина обязан взять в жены вдову своего бездетного брата, чтобы сыновья вдовы продолжили род ее первого покойного мужа.

Преступление Онана состояло не в том, о чем вы, наверное, подумали, а в том, что он отказался исполнить вышеуказанную обязанность в отношении своего покойного брата (см. Бытие, 38: 7–10).

Также большой популярностью пользуется и буквальное отрицание смерти. Почти каждое известное нам человеческое общество имеет некие представления о «загробной жизни», о каком-то месте, куда отправляется бессмертная часть человеческого существа. Пускай тень влачит серое и безрадостное существование в каком-нибудь Аиде или Шеоле¹, но все-таки существует.

При условии более богатого воображения загробная жизнь уже делится на две части: место блаженства и место мучений. Тогда идею бессмертия можно связать с идеей воздаяния. Это тоже своего рода защитный предрассудок, ибо нищему, несчастному человеку дает уверенность в том, что в раю он будет жить, как бог, а подлые богачи отправятся прямиком в ад, ха-ха-ха, туда им и дорога.

Если вас не устраивает загробная жизнь в ином мире, устройте ее себе прямо здесь, на Земле, поверив в реинкарнацию или переселение душ.

Хотя основные религии западного мира не признают реинкарнацию, эта точка зрения на-

¹ А и д — обиталище мертвых у древних греков; Ш е о л — преисподняя у древних евреев. (Примеч. пер.)

столько популярна, что любое свидетельство в ее пользу с восторгом принимается общественностью. В 1950-х годах появилась довольно глупая книжонка под названием «Поиски Брайди Мерфи», в которой якобы доказывалась действительность переселения душ, и она тут же стала бестселлером. Но все это, конечно, чушь.

Также все спиритические учения, смесь медиумов, столовертителей, эманаций, привидений, полтергейстов и прочей ерунды основываются на упорном нежелании человечества признавать смерть и мечте о том, чтобы нечто оставалось после человека; чтобы личность, наделенная сознанием, хотя бы отчасти была бессмертна.

Есть ли толк в попытках разоблачить спиритизм? Разоблачить его нельзя. Сколько бы раз ни обвиняли медиумов в шарлатанстве, страстный приверженец спиритизма поверит новому медиуму. Или даже придумает кое-что получше — обвинит в шарлатанстве и мошенничестве самих обвинителей и будет верить в фальшивку, как бы грубо она ни была сделана.

Наука в своих действиях исходит из ложности защитного предрассудка № 2.

Однако ученые тоже люди, и некоторым из них (не отвечающим за науку в целом) не чуждо стремление к уверенности в будущем. Оливер Лодж, ученый с заслуженной репутацией, подавленный гибелью сына во время Первой мировой войны, пытался связаться с ним на спиритических сеансах и стал ревностным поклонником «парапсихологических исследований».

Мое знакомое влиятельное лицо частенько приводило в пример Лоджа и подобных ему, доказывая важность парапсихологии. «Если вы доверяете Лоджу, когда он исследует электроны,

почему вы не хотите доверять ему, когда он исследует мир духов?»

Дело в том, что от электронов Лодж не мог получить такого утешения, как от общения с духами. Ведь ученые тоже люди.

Защитный предрассудок № 3. У Вселенной есть какое-то предназначение.

Конечно, если Вселенной, по-вашему, управляет целая братия духов, ангелов и чертей, нельзя же думать, что они занимаются этим просто так, от нечего делать.

Персидский зороастризм разработал восхитительно сложную систему мироустройства. По представлениям древних персов, все сущее участвует в космической войне. Ахурамазда, верховный предводитель бесчисленных духов под знаменем Добра и Света, столкнулся с такой же мощной армией, предводимой Ахриманом, выступающим за Тьму и Зло. Силы почти равны, и каждый человек имеет право думать, что лично от него зависит равновесие сил. Если он старается делать добро, то вносит свой вклад в «правое дело», участвуя в самом грандиозном конфликте, который только доступен воображению.

Некоторые из этих представлений перешли в иудаизм и христианство, и теперь мы имеем борьбу Бога против дьявола. В иудео-христианских представлениях, однако, вопрос о том, кто победит, не стоит. Бог должен победить, и он победит. Когда знаешь конец, действие не так увлекательно.

Этот предрассудок наука также признает ложным. Наука не просто игнорирует возможность космической войны, выясняя происхождение и

конечную участь Вселенной; она вдобавок не рассматривает понятие какой-либо цели или предназначения мира.

Самые фундаментальные научные обобщения (например, законы термодинамики или квантовая теория) предполагают хаотичное движение частиц, произвольные столкновения, беспорядочный перенос энергии и так далее. В ряде случаев, когда речь идет о большом числе частиц и длительных промежутках времени, теория вероятности дает основания с достаточной долей уверенности предполагать определенные события, но что касается отдельных частиц и коротких периодов времени, то здесь предсказать ничего нельзя.

Возможно, это самая непопулярная научная идея среди далеких от науки людей. Она как будто все лишает смысла.

Но все ли? Разве необходимо, чтобы Вселенная или жизнь в целом имела цель и смысл? Может быть, стоит задуматься о том, что бессмыслица в одном контексте имеет смысл в другом; что книга на китайском языке, бессмысленная для меня, полна смысла для китайца? Может быть, стоит попытаться так организовать свою жизнь, чтобы сделать ее полной смысла для себя и своих близких? И в таком случае, неужели жизнь и Вселенная в целом не имеют смысла для *отдельного человека*?

Между прочим, именно те, кто находит свою жизнь бессмысленной, больше всего стараются найти смысл во Вселенной, компенсируя свой личный недостаток.

Защитный предрассудок № 4. *Некоторые люди обладают особыми способностями и могут получать что-то из ничего.*

«Пожелай, и сбудется», — поется в одной песенке. Боже мой, сколько народа верит в эти слова! Куда проще желать, надеяться и молиться, чем пойти и *сделать* что-то.

Как-то я написал книгу, где в одном фрагменте описывал опасные последствия демографического взрыва и убеждал в необходимости контроля над рождаемостью. Прочитавший его рецензент написал на полях: «Мне кажется, это проблема Господа Бога, вы не согласны?»

Меня так и подмывало написать ниже: «На Бога надейся, а сам не плошай».

Но как популярны сказки, в которых герои получают право на исполнение трех желаний или способность превращать в золото все, к чему прикоснутся; или копье, не знающее промаха, или самоцвет, который тускнеет при появлении опасности.

Представляете, если бы мы обладали удивительными силами и не подозревали бы о них — телепатией, например. Как хочется людям обладать способностью к чтению мыслей! (С кем не бывало, что при случайном совпадении с языка срывалось: «Телепатия!») С какой готовностью мы верим в разные замечательные случаи, которые произошли с кем-то другим и якобы доказывают, что и мы при достаточной тренировке научимся пользоваться сверхъестественными возможностями.

Какие-то фантастические силы дают человеку способность предвидеть будущее — ясновидение. А еще можно предсказывать будущее с помощью астрологии, нумерологии, хиромантии, гадания на кофейной гуще и тысячи других мошеннических приемов, давным-давно известных.

Повеяло предрассудком № 1. Если уметь предвидеть будущее, то можно изменить его, а это

практически то же самое, что призывать на помощь духов.

Наука в некотором роде превратила сказку в быль. Реактивные самолеты летают быстрее и дальше ковров-самолетов и сапог-сорокоходов из старых сказок. Ракеты безошибочно находят цель, как Торов молот, и наносят куда больше вреда. А индикаторы, хотя и не из волшебных самоцветов, меняют цвет в присутствии повышенного уровня радиации.

Но это не волшебство. Не сверхъестественные существа наградили нас этими способностями, и они действуют не как им вздумается. Это плоды тяжких трудов науки о Вселенной, отрицающей почти все предрассудки.

Защитный предрассудок № 5. Ты лучше, чем все остальные.

Очень соблазнительное утверждение, но порой опасное. Попробуйте поделиться своим мнением со здоровяком напротив; посмотрим, не свернет ли он вам шею. Потому вы находите суррогатный заместитель: мой отец лучше его отца, мой колледж лучше его колледжа, произношение у меня лучше, чем у него, и вообще я культурнее, чем он.

Отсюда недалеко до расизма. Вполне понятно, что чем ниже социальный, финансовый или личный статус человека, тем легче он поддастся расистским убеждениям.

Неудивительно, что даже некоторые ученые не свободны от этого предрассудка. Они умеют логически обосновать идею о том, что человечество можно разделить на категории, притом одни категории по некоторым параметрам будут превосходить другие. Например, представители опреде-

ленных групп стоят выше представителей других групп в силу наследственности. Может быть, некоторые люди по рождению и от природы разумнее и порядочнее других?

Несколько лет назад один нобелевский лауреат потребовал от научной общественности прекратить уклоняться от этой темы и окончательно определить, действительно ли обитатели трущоб (негры, в переводе на английский) не «стоят на более низкой ступени», чем жители других районов, и не являются ли тщетными попытки им помочь.

В одной газете меня попросили высказаться по этому вопросу, но я сказал, что лучше я заранее устно изложу им свои взгляды, чтобы не тратить время на статью, которую все равно не напечатают.

Во-первых, сказал я, вероятно, те, кто проявляет больше всего энтузиазма по поводу исследований такого рода, совершенно уверены в том, что им удалось установить стандарты, согласно которым «обитатели трущоб» и впрямь окажутся «стоящими на более низкой ступени». Тогда, убедившись в своей элитарности, они могут считать себя свободными как от ответственности по отношению к трущобным жителям, так и от всякого чувства вины перед ними.

Если я ошибаюсь, продолжал я, то исследователи с одинаковым пылом возьмутся за поиски «высшего» меньшинства, как и «низшего». Я, например, подозреваю, что по стандартам измерения, господствующим в нашем обществе, выяснится, что унитарии и англикане отличаются более высоким коэффициентом интеллекта и производительностью труда, чем представители других религиозных объединений.

Если это так, сказал я, то пусть унитарии и англикане носят какие-нибудь отличительные зна-

ки, чтобы остальные уступали им места в передней части автобуса, билеты на лучшие места в театре и самые чистые туалеты.

И тогда газетчики сказали: «Считайте, что мы вам ничего не предлагали!» Ну и отлично. Никому нет дела до того, кто лучше его; гораздо приятнее сравнивать себя с тем, кто хуже.

Защитный предрассудок № 6. Если что-то идет не так, ты не виноват.

Никто не свободен от паранойи хотя бы в малой степени. Если чуть-чуть потренироваться, то в результате можно довести себя до такого состояния, в котором поверишь в какой-нибудь заговор.

Как утешительно думать, что в твоих неудачах в бизнесе виноваты подлые интриги какого-нибудь болгарина, владеющего магазином в соседнем квартале; в твоих болезнях виноват заговор нигерийских врачей; а в том, что ты споткнулся, засмотревшись на девчонку, виноват какой-нибудь паршивый индеец, не заделавший трещину в тротуаре.

Кстати, этот предрассудок ближе всего касается ученых: он может обернуться против них, так как они выступают вообще против всех предрассудков.

Когда суеверные люди одурачены взрывом ложных слухов и глупых сенсаций, в чем они находят свое последнее и самое надежное прибежище? Разумеется, в заговоре ученых против человечества.

Меня самого постоянно обвиняют в том, что я участвую в заговоре. Прямо в сегодняшней почте я нашел возмущенное письмо, автор которого пишет яростью. Позвольте процитировать несколько строчек:

«Не только политики держат нас за дураков... В последнее время и ученые взяли себе такую же манеру. Если вы по каким-то причинам намерены обманывать людей, позвольте сказать вам, что вы не так уж преуспели».

Я внимательно прочитал письмо от корки до корки, и оно натолкнуло меня на мысль, что его автор прочитал статью в каком-нибудь журнале, где опровергался один из его предрассудков. Вместо того чтобы признать собственную ошибку, он тут же убедил себя в том, что все ученые мира состоят в заговоре и вводят его в заблуждение по прямому приказу из НАСА.

Беда в том, что он ссылался на статью, которую написал не я; я вообще не понял, о чем он говорит.

Однако я совершенно уверен, что вопреки всему силы Разума восторжествуют над суевериями и предрассудками. (Постучим по пластмассе!)

Часть вторая

ЧИСЛА

но, домашние поднимали неопиcуемый шум, возражая против моих экзерсисов. Никто не видит подлинного изящества в моем исполнении музыкальных произведений «для одного пальца».

Обиженный до глубины души, я купил себе небольшую блок-флейту (маленькую деревянную дудку с дырками) и теперь сижу у себя наверху и дую, печально перебирая по ней пальцами. Я натренировался выдувать рождественскую песнь, из-за которой от стен отстают обои, но, к счастью, песенка про Энни Лори ставит их на место.

И вот мне пришло в голову превзойти все прежние подвиги интеллектуального безрассудства и постараться отыскать смысл во всех нотах, которые я выжимал и выдувал, несмотря на то что я никогда не учился музыке.

Пожелайте мне удачи...

Все началось с Пифагора, греческого философа, который около 525 года до нашей эры обнаружил, что при извлечении звука из двух или более струн они дают приятное для уха сочетание, если длины струн относятся друг к другу как небольшие целые числа.

Сегодня мы говорим не о длине струн, но о частоте — сколько раз в секунду колеблется струна, вибрируя и создавая звук. Каждая музыкальная нота имеет свою частоту, и сочетание нот приятно для слуха, когда частоты относятся друг к другу как небольшие целые числа.

Например, если одна частота ровно в два раза больше другой, то ноты сливаются в прекрасной гармонии.

Если взять три ноты, то они будут звучать особенно удачно (по крайней мере для ушей, взращенных в нашей культуре) при условии, что частоты

относятся друг к другу как 4 к 5 и к 6. Это сочетание нот называется мажорным трезвучием.

Итак, у нас есть четыре ноты, о которых точно известно, что они дают прекрасное гармоничное сочетание, независимо от того, звучат они вместе или одна за другой. Можно пронумеровать их 4, 5, 6 и 8. Как видите, 4, 5 и 6 входят в мажорное трезвучие, а 8 — это дважды 4.

Далее, если мы желаем получить еще несколько нот, надо найти способ создать второе мажорное трезвучие. Может быть, взять ноту 8, единственную из четырех, не входящую в первое мажорное трезвучие? Итак, остановимся на $5\frac{1}{3}$, $6\frac{2}{3}$ и 8, поскольку они относятся друг к другу как 4, 5 и 6.

Теперь у нас есть шесть чисел: 4, 5, $5\frac{1}{3}$, 6, $6\frac{2}{3}$, 8 — составляющие два взаимосвязанных мажорных трезвучия.

Но в таком виде этот ряд чисел выглядит очень неравномерным. Четыре средние ноты сбиты в кучу, интервалы между ними меньше единицы. Крайние ноты отстоят дальше. Первая, под номером 4, на целую единицу отличается от своей соседки под номером 5, а разница между последней и предпоследней нотами, $6\frac{2}{3}$ и 8, больше единицы. Хорошо было бы заполнить большие интервалы нотами третьего мажорного трезвучия.

Для этого будем считать, что 4 (с одного края) — это начало одного трезвучия, а 8 (с противоположного края) — окончание другого. Может быть, стоит построить трезвучие на числе, стоящем посередине между двумя краями, то есть на 6? Числа 6, $7\frac{1}{2}$ и 9 находятся в том же отношении, что 4, 5 и 6, и число $7\frac{1}{2}$ прекрасно укладывается в промежуток между $6\frac{2}{3}$ и 8.

К сожалению, у нас все же остается пробел между 4 и 5, а появившаяся нота 9 дает новый

пробел между 8 и 9. Убьем двух зайцев одним выстрелом: разделим 9 на 2, получив еще одно число, которое нам подойдет не меньше 9. (Я уже говорил, что в музыке две ноты с частотами, относящимися друг к другу как 2 к 1, звучат очень гармонично.) Половина от 9 — это $4\frac{1}{2}$, что заполняет пробел между 4 и 5.

Итак, мы получили следующий ряд чисел:

$$4, 4\frac{1}{2}, 5, 5\frac{1}{3}, 6, 6\frac{2}{3}, 7\frac{1}{2}, 8$$

Все они разделены интервалами менее единицы. Поскольку от 4 до 8 включительно всего восемь нот, то ряд называется октавой. Слово «октава» происходит от латинского «восемь».

Эти восемь чисел представляют собой обычную, всем знакомую гамму — мажорную гамму. Есть минорные гаммы и затейливые лады, которые использовались в древности и Средневековье, но если вы думаете, что я собираюсь топтаться на одном месте, то вы сошли с ума.

Можно продолжить октаву в обе стороны. Начнем с 8 и напишем еще один ряд чисел, каждое из которых будет вдвое больше соответствующего числа уже известного нам ряда. Или, начав с 4, пойдем назад и напишем ряд чисел, каждое из которых будет вдвое меньше соответствующего числа уже известного нам ряда.

Вот что получится:

Первая октава:	2	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{2}{3}$	3	$3\frac{1}{3}$	$3\frac{3}{4}$	4
Вторая октава:	4	$4\frac{1}{2}$	5	$5\frac{1}{3}$	6	$6\frac{2}{3}$	$7\frac{1}{2}$	8
Третья октава:	8	9	10	$10\frac{2}{3}$	12	$13\frac{1}{3}$	15	16

Итак, если вы сядете за пианино и будете нажимать белые клавиши по порядку, то услышите

«мелодию», которая повторится семь раз, так как клавиатура пианино охватывает немногим более семи октав.

Говоря о частотах звука, что означают эти числа? Можно взять их буквально и сказать, что под 4 мы подразумеваем звуковую волну с частотой 4 колебания в секунду. Однако такая звуковая волна имеет слишком малую частоту и не воспринимается человеческим ухом.

Если прибавлять новые октавы, удваивая и вновь удваивая частоту, то вскоре мы достигнем предела слышимости. Еще шесть октав вправо, и мы доберемся до октавы с числами от 256 до 512. Эти числа, если рассматривать их в качестве частот (столько-то колебаний в секунду), соответствуют нотам средней октавы на клавиатуре пианино — или соответствовали бы, если бы в точности соблюдали отношение 4:5:6. Средняя октава состоит из нот со следующими частотами:

256, 288, 320, $341\frac{1}{3}$, 384, $426\frac{2}{3}$, 480, 512

Физикам хватило бы и этого, ведь числа получены за счет удвоения первоначальных 4, 5 и 6. Тем не менее музыканты используют в качестве основы ноту $426\frac{2}{3}$, но настраивают ее на частоту 440 и уже по ней все остальные ноты октавы. Если бы у всех нот в октаве были частоты, вычисленные точно с соблюдением пропорций (чего на самом деле нет, как мы увидим ниже), тогда ноты средней октавы имели бы следующие частоты:

264, 297, 330, 352, 396, 440, 495, 528

По крайней мере, мы избавились от дробей.

Но очевидно, что музыканты не называют ноты по частотам. Это было бы крайне неудобно, даже если бы музыканты древних веков имели понятие о частоте звука. Вместо чисел применяются буквы и буквосочетания.

Одна из нотных систем появилась около 1000 года. Итальянский музыкант по имени Гвидо д'Ареццо пользовался октавой с одной пропущенной нотой (495). А еще он сочинил (по традиции) гимн Иоанну Крестителю, вот такой:

*Ut queant laxis resonare fibris,
Mira gestorum famuli tuorum,
Solve polluti labii reatum,
Sancte Ioannes.*

Первый слог курсивом соответствовал ноте 264, второй — ноте 297, и так далее до шестого слога, который соответствовал ноте 440. Ноты стали называться слогами этого гимна, который, должно быть, пользовался большой известностью:

264,	297,	330,	352,	396,	440,	—,	528
ut	re	mi	fa	sol	la		ut

Нота 528, как видите, начинает следующую октаву и снова называется *ut*, так что у нас раз за разом повторяется ряд *ut, re, mi, fa, sol, la*.

Со времен Гвидо он несколько изменился. Большой пробел между 440 и 528 обычно стали заполнять нотой 495. Ей тоже понадобилось название, и оно нашлось — *si*. Вполне возможно, что название состоит из первых букв слов *Sancte Ioannes*, взятых из последней строки гимна Гвидо.

Однако в некоторых языках si изменилось на ti, чтобы две ноты не начинались с одинакового согласного звука.

Кроме того, название ноты ut — единственное, оканчивающееся на смывный согласный, что мешает распевать гаммы. Тогда непевучую ut заменили на звонкую do, причем обратите внимание, первый согласный отличается от всех остальных. Таким образом, мы имеем следующую гамму:

264	297	330	352	396	440	495	528
до	ре	ми	фа	соль	ля	си	до

Это самая обычная гамма, которую всех нас учили петь.

Существует еще одна система, в которой ноты называются расставленными по порядку буквами алфавита.

до	ре	ми	фа	соль	ля	си	до
C	D	E	F	G	A	B	C

Восемь нот октавы (на самом деле семь, поскольку с восьмой ноты начинается новая октава) были вычислены на основании отношения между числами 4, 5 и 6, о котором говорилось в начале эссе. Однако, спрашивается, равномерно ли распределены ноты по октаве. Можно проверить это по отношению друг к другу частот каждой последующей пары нот:

$$D/C = 297/264 = 1,125$$

$$E/D = 350/297 = 1,111$$

$$F/E = 352/330 = 1,067$$

$$G/F = 396/352 = 1,125$$

$$A/G = 440/396 = 1,111$$

$$B/A = 495/440 = 1,125$$

$$C/B = 528/495 = 1,067$$

Семь интервалов октавы делятся на три группы. А именно, три относятся друг к другу как 1,125, два как 1,111 и еще два как 1,067. Числа 1,125 и 1,111 стоят довольно близко друг к другу, тогда как 1,067 почти в два раза меньше, если считать часть справа после запятой соответствующей величине, на которую частота одной ноты превосходит частоту предыдущей. Если объединить первые две группы в одну с «целыми» интервалами, а интервалы третьей группы считать половинными, то можно представить гамму в следующем виде (вместе с размерами интервалов):

C (1) D (1) E ($1\frac{1}{2}$) F (1) G (1) A (1) B ($1\frac{1}{2}$) C

Распевая гаммы, мы привыкаем расставлять пять целых интервалов и два полуинтервала именно в таком порядке. Если мы начнем с ноты до и будем нажимать клавиши пианино по порядку в любом направлении, то услышим знакомую гамму, восходящую или нисходящую, и сможем подпеть. Однако если мы начнем с какой-то другой ноты, приняв ее за до, и попробуем проиграть гамму в том или ином направлении, то нам покажется, что пианино «фальшивит».

Это серьезно ограничивает музыкальные возможности, но проблема решается: надо заполнить пять больших интервалов нотами таким образом, чтобы с любого места на клавиатуре можно было сыграть половину интервала и полный интервал. Значит, нужно поставить ноты ровно посередине пяти целых интервалов, и вот что получается в результате:

	X		X		X		X		X
C	D	E	F	G	A	B	C		
до	ре	ми	фа	соль	ля	си	до		

Пять X — это те пять нот, что делят пополам интервалы мажорной гаммы. Они представлены на клавиатуре пятью черными клавишами на каждую октаву. Как видите, приходится расставлять их группами по две и три, поскольку именно так расположены целые интервалы и полуинтервалы.

Если пересчитать белые и черные клавиши, то в октаве окажется тринадцать нот или, вернее, двенадцать, так как тринадцатая начинает следующую октаву. С этими двенадцатью или тринадцатью нотами легче иметь дело, чем с восемью, поскольку по расположению черных клавиш легче находить нужные клавиши. Каждая белая клавиша, расположенная слева от двух черных, соответствует ноте *до*. Любая белая клавиша, находящаяся справа от двух черных, соответствует ноте *ми* и так далее.

На клавиатуре фортепиано (для других инструментов это может быть совсем не так) удобнее всего, чтобы двенадцать интервалов тринадцатинотной октавы, начинающейся и заканчивающейся нотой *до*, были абсолютно одинаковыми в том, что касается отношения частот. Вторая *до* имеет частоту всего в два раза больше, чем первая *до*, таким образом, у нас должны быть числа, находящиеся в таком отношении, чтобы они при умножении друг на друга давали в итоге 2. То есть $x^{12} = 2$. Выходит, что $x = 1,0595$.

Если мы будем иметь в виду это отношение и возьмем за основу ноту *ля*, имеющую частоту 440, то в результате получим восемь белых клавиш средней октавы фортепиано, которым соответствуют следующие частоты:

261,6 293,7 329,6 349,2 392,0 440,0 493,9 523,2

Пяти черным клавишам той же октавы соответствуют:

277,1 311,0 370,1 415,5 466,4

Как же назвать ноты, соответствующие черным клавишам? В слоговой системе можно взять первый согласный звук предыдущей ноты и прибавить звук «и», то есть:

ди	ри	фи	си	ли			
до	ре	ми	фа	соль	ля	си	до

Две ноты, за которыми следует полуинтервал, уже оканчиваются звуком «и» (*ми* и *си*), что дает нам приятную симметрию.

В буквенной системе обозначений черные ноты называются по белым нотам, к которым они примыкают с любой стороны. Если их соотносят с белой нотой, находящейся слева, то берут ту же букву и прибавляют слово «диез» ($\sharp$), указывающее, что черная нота на полтона выше по звуку, чем белая. Если их соотносят с белой нотой справа, то берут ту же букву и добавляют слово «бемоль» ($\flat$), указывающее, что черная нота ниже белой на полтона.

Таким образом, черная нота *ри*, расположенная между *ре* и *ми* (или между D и E), может называться *ре-диез* ($D\sharp$) или *ми-бемоль* ($E\flat$).

В обычной гамме, основанной на отношении чисел 4:5:6, *ре-диез* и *ми-бемоль* не должны быть полностью идентичны, и степень их различия может варьироваться в зависимости от того, откуда вы начинаете гамму. Однако на клавиатуре фортепиано черные ноты находятся ровно посередине между *ре* и *ми* (в данном случае), так что *ре-диез* и *ми-бемоль* полностью идентичны.

Каждая из пяти черных нот может быть выражена только с помощью диеза или бемоля, и все могут быть выражены обоими способами. Таким образом:

Между *до* и *ре* — до-диез или ре-бемоль
Между *ре* и *ми* — ре-диез или ми-бемоль
Между *фа* и *соль* — фа-диез или соль-бемоль
Между *соль* и *ля* — соль-диез или ля-бемоль
Между *ля* и *си* — ля-диез или си-бемоль

Диез повышает ноту на пол-интервала, бемоль понижает ее на пол-интервала. Это значит, что некоторые из белых клавиш можно обозначить с помощью диезов и бемолей. Например, *ми* и *фа* разделяет полуинтервал, так же как *си* и *до*. Следовательно, *ми* можно обозначить как фа-бемоль, а *фа* как ми-диез. Аналогичным образом *си* можно представить как до-бемоль, а *до* как си-диез. Такое обозначение белых нот с помощью диезов и бемолей встречается редко, но оно имеет право на существование и иногда может пригодиться.

Если перечислить весь диапазон нот от ноты *до* до следующей ноты *до*, считая как белые, так и черные клавиши, и выбрать для этого, например, диезы, то получится:

До, до-диез, ре, ре-диез, ми, фа, фа-диез, соль, соль-диез, ля, ля-диез, си, до.

Между всеми этими нотами промежутки в половину интервала, а чтобы получить целый интервал, надо начать с любой ноты и двигаться через одну направо или налево. Кроме того, когда дойдете до правого или левого конца, повторяйте весь ряд заново и так далее.

Если нам нужна мажорная гамма, то можно начинать откуда угодно, нельзя только забывать о схеме расположения интервалов: целый, целый, половинный, целый, целый, целый, половинный.

Если начать с *до*, это легко. Белые ноты уже стоят в нужном порядке, то есть:

до ре ми фа соль ля си до

Если начать с *ре*, задача усложняется. Первый целый интервал приводит нас к *ми*, а второй к *фа-диез*. Затем через пол-интервала *соль*. Следующий целый интервал дает нам сначала *ля*, потом *си*, но третий дает нам *до-диез*. Последний полуинтервал возвращает нас к *ре*. (Последняя нота всегда должна быть такой же, как и первая.) Таким образом:

ре ми фа-диез соль ля си до-диез ре

Можно начинать с любой другой ноты, белой или черной, и по той же схеме получить мажорную гамму. Возьмем остальные белые ноты в качестве точки отсчета, оставив на время ноту *фа*.

Получаем:

ми фа-диез соль-диез ля си до-диез ре-диез ми
соль ля си до ре ми фа-диез соль
ля си до-диез ре ми фа-диез соль-диез ля
си до-диез ре-диез ми фа-диез соль-диез ля-диез си

Каждая из этих гамм называется по своей первой ноте. Если она начинается с *до*, то это называется «тональность *до*» (на самом деле «тональность *до-мажор*», но я имею дело только с мажором и не желаю слышать ни о чем другом). Итак, по поряд-

ку, вышеуказанные гаммы соответствуют тональности *ре*, тональности *ми*, тональности *соль*, тональности *ля* и тональности *си*.

Обратите внимание, что в каждом случае мы видим все ноты от первой до последней, не пропуская ни одной. Некоторые из них дополняются диэзом, но это не считается, потому что нота все равно участвует в гамме. Кстати говоря, диэзы и бемоли называются «случайными знаками альтерации», как будто это нечто несущественное, случайно пристроившееся к ноте.

Также обратите внимание, что в каждой из вышеперечисленных тональностей разное количество диэзов.

Давайте расставим все тональности начиная с *до* (или *до-диэз*) и заканчивая *си* (зачем нам усложнять дело, повторяя в конце *до*), в порядке увеличения количества диэзов.

тон. <i>до</i>	до	ре	ми	фа	соль	ля	си
тон. <i>соль</i>	до	ре	ми	фа $\sharp$	соль	ля	си
тон. <i>ре</i>	до $\sharp$	ре	ми	фа $\sharp$	соль	ля	си
тон. <i>ля</i>	до $\sharp$	ре	ми	фа $\sharp$	соль $\sharp$	ля	си
тон. <i>ми</i>	до $\sharp$	ре $\sharp$	ми	фа $\sharp$	соль $\sharp$	ля	си
тон. <i>си</i>	до $\sharp$	ре $\sharp$	ми	фа $\sharp$	соль $\sharp$	ля $\sharp$	си

Необязательно самому выстраивать красивый узор, который появляется в этой схеме по мере постепенного прибавления диэзов. Этот узор можно увидеть в нотном письме. По левому краю нотного стана ставят один, два, три или больше диэзов или не ставят ни одного в зависимости от тональности. Так вы получаете понятие о том, где стоит ваше *до*. Порядок и расположение диэзов не только показывают, какие ноты надо помечать диэзом, чтобы остаться в нужной тональности, но еще и рисуют пре-

лестный узор. (Чтобы продемонстрировать его вам, мне пришлось бы воспользоваться нотным станом и разными специальными символами, так что я надеюсь на ваше снисхождение.)

Но давайте вернемся к тональности *фа*. Если мы попробуем составить мажорную гамму, начиная с ноты *фа* и соблюдая известный нам порядок интервалов — целый, целый, половинный, целый, целый, целый, половинный, — то вот что у нас получится:

фа соль ля ля-диез до ре ми фа

У нас есть две ноты *ля* (то, что одна из них отмечена диезом, не имеет значения) и ни одной *си*. Это не по правилам. В гамме обязательно должны быть все ноты, в том числе *си*. Для этого надо назвать ля-диез ее альтернативным именем — *си-бемоль*. Итак, получаем:

фа соль ля си-бемоль до ре ми фа

Это единственная мажорная гамма, начинающаяся с белой ноты, в которой есть бемоль. (В других гаммах бемоль ставить нельзя. Если попробовать выразить ноты через бемоли, то окажется, что в каждом случае не хватает какой-либо ноты, кроме *до*, которая обходится и без диеза, и без бемоля.)

Правда ли, что тональность *фа* — единственная, где необходимо использовать бемоль? Отнюдь нет; есть еще черные клавиши, с которых тоже можно начать гамму. Если мы попробуем это сделать, то при использовании диезов у нас в каждом случае опять будет пропадать одна нота.

И снова тот же прелестный узор — уже не из диэзов, а из бемолей, который виден в нотном письме.

Но одну тональность мы пока придержали, а именно тональность соль-бемоль, которая представляет особую трудность. Если начать с соль-бемоль и записать тринадцатинотную октаву в ее бемольном варианте, то мы получим следующую гамму:

соль-бемоль ля-бемоль си-бемоль си ре-бемоль
ми-бемоль фа соль-бемоль

Сразу же бросается в глаза, что не хватает ноты *до*, и, значит, эта гамма никуда не годится. Можно переписать ее в варианте фа-диез и с одними диэзами. Вот что выходит:

фа-диез соль-диез ля-диез си до-диез ре-диез фа
фа-диез

Теперь не хватает ноты *ми*. По всей видимости, мы не можем написать полную гамму ни в диэзном, ни в бемольном варианте. Смотрите, какая интересная симметрия: у нас есть одна тональность (тональность *до*), которую можно написать и в диэзном, и в бемольном варианте, а здесь мы встречаемся с тональностью, которую нельзя записать ни в одном из этих вариантов.

Минутку, а если записать *си* как до-бемоль или *фа* как ми-диез, ведь раньше я уже говорил о том, что правилами это разрешается. В таком случае можем записать эту тональность с диэзами и бемолями вот так:

соль-бемоль
 ля-бемоль си-бемоль ре-бемоль ми-бемоль
 фа соль-бемоль соль-бемоль
 фа-диез соль-диез ля-диез си до-диез ре-диез
 ми-диез фа-диез

А теперь расставим их в порядке от *до* к *си*:

тон. соль, до, ре, ми, фа, соль, ля, си,
тон. фа, до, ре, ми, фа, соль, ля, си

В тональности соль-бемоль гамма имеет шесть бемолей и укладывается в самый конец таблицы бемольных тональностей, завершая узор. А в качестве своего альтер эго — тональности фа-диез — она имеет шесть диезов и точно входит в таблицу диезных тональностей.

Итак, составим следующую небезынттересную таблицу.

Таблица 10

МУЗЫКАЛЬНЫЕ ТОНАЛЬНОСТИ

Тональность	Количество диезов	Тональность	Количество бемолей
До	0	До	0
Соль	1	Фа	1
Ре	2	Си-бемоль	2
Ля	3	Ии-бемоль	3
Ми	4	Ля-бемоль	4
Си	5	Ре-бемоль	5
Фа-диез	6	Соль-бемоль	6

Здесь можно отыскать сколько угодно симметричных узоров, если вам не лень. Сейчас я не буду их показывать.

Поймите, все это звучит для меня словно музыка, правда, если я не пытаюсь извлечь ее собственными руками. Разумом я это понимаю, но пальцы не слушаются разума. Разум удовлетворенно смотрит на клавиатуру пианино, а пальцы говорят: «Ну?» Единственное, на что я способен за пианино, — пробренчать популярную песенку одним пальцем.

...Но в какой угодно тональности.

Глава 11

ВСЕ РЕКИ ТЕКУТ

Как-то раз мы с одним редактором решили встретиться за обедом, чтобы обсудить выход моей новой книги, и назначили встречу в ресторане в 12.15. Должен сказать, что редактором была молодая дама, так как это имеет отношение к моему рассказу.

Еще должен признаться, что я страдаю одним недостатком, который также имеет отношение к рассказу. При всей моей идеальности у меня есть привычка являться на встречи раньше времени. Это значит, что мне частенько приходится ждать. Но меня это ничуть не беспокоит, так я уже давно привык. Однако, когда приходит тот, кого я жду (и обычно опаздывает), видимо, что-то в моей искренней и дружелюбной наружности говорит о том, что я прождал его битый час, и опоздавший вынужден взволнованно оправдываться, от чего я добродушно отмахиваюсь.

В тот раз, о котором идет речь, я пришел в ресторан в 12.10, и меня провели к столику. Упомянутая молодая дама появилась в 12.17 и обрушила на меня ливень объяснений.

Естественно, я не мог этого допустить. Во-первых, она опоздала всего на две минуты; во-вторых, я прождал всего лишь семь минут, что нельзя даже сравнить с тем, к чему я привык; а в-третьих, это была молодая женщина.

Поэтому я при ее появлении поднялся и сказал своим обычным голосом (от которого иногда дребезжат оконные стекла в дальнем конце зала): «Да что вы, дорогая! Я провел здесь несколько прелестных минут, мечтая о вас и предвосхищая счастье нашей скорой встречи!»... Такие вещи у писателей принято говорить своим редакторам.

Услышав мою речь, проходивший мимо официант остановился, как громом пораженный. Он повернулся ко мне и с возрастающей неуверенностью смотрел на мои лучистые голубые глаза и выступающие славянские скулы. И наконец проговорил с явным итальянским акцентом:

— Простите, сэр, вы, случайно, не итальянец? Что я мог поделать? Мог ли я поколебать его веру в галантность итальянских мужчин? И я ответил:

— Да, вы правы, но только с женщинами.

Официант удалился довольный.

Но он заставил меня задуматься о том, что я всегда стараюсь избегать стереотипов. Это касается (постучим по пластмассе) и моих писательских трудов, поэтому никто не может четко определить мою «специализацию».

Я, например, интересуюсь географией не меньше, чем прочими науками, и если мне хочется написать эссе по географии, то я беру и пишу.

Непосредственно мой интерес вызвал новый атлас, опубликованный издательством «Одиссей Букс»: большой, красивый, набитый всевозможными сведениями. С огромным удовольствием

листая его страницы, я наткнулся на список рек. Я тут же поймал себя на мысли (как бывало и раньше), что у самой длинной североамериканской реки нет названия.

Река, о которой идет речь, была «открыта» испанским исследователем Эрнандо де Сото в 1541 году. Я ставлю слово «открыта» в кавычки, потому что без кавычек мое замечание отдавало бы расизмом. Де Сото увидел реку первым из европейцев, но американские племена открыли ее за много тысячелетий до того. Это вроде спора о том, кто на самом деле открыл Америку: Христофор Колумб, Лейф Эриксон или святой Брендан, когда настоящим ее первооткрывателем был какой-то неизвестный сибиряк.

Индейцы, обитавшие на берегах реки в том месте, где до нее добрался де Сото, с достойной восхищения прямоотой называли ее «Большой Рекой», конечно, на своем языке; это звучало «Миси Сепе». Для американцев и остального мира индейское название превратилось в Миссисипи.

Считалось, что река Миссисипи вытекает из озера Итаска на севере Миннесоты, течет в южном направлении и впадает в Мексиканский залив, имея общую длину 2350 миль. В 1783 году западная граница Соединенных Штатов проходила вдоль реки почти на всем ее протяжении (последние 100 миль до устья еще двадцать лет оставались сначала в руках первых испанских поселенцев, потом французских). Поэтому название данного отрезка реки так крепко засело в сознании американцев, что теперь и не выбьешь.

Всего в нескольких милях на север от города Сент-Луис в Миссисипи впадает другая река. Там

Миссисипи на протяжении 3-мильного отрезка течет с севера на юг, почти не делая изгибов, а другая река впадает в нее с запада почти под прямым углом. Вторая река получила название Миссури по названию индейского племени, населявшего ее берега.

Психологически легче всего представить себе, что река, текущая прямо, является главной и в нее под прямым углом впадает приток, а не наоборот. Вполне естественно посчитать, что Миссури впадает в Миссисипи. Тем более, что Миссисипи — это очень, очень длинная река, исследованная от истока до устья, тогда как Миссури текла потихоньку откуда-то из западных пустошей, ее длина была неизвестна и могла оказаться всего лишь несколько сот миль.

В 1803 году Соединенные Штаты выкупили у французов Луизиану (хоть те и не имели права продавать, но теперь уже слишком поздно). Поскольку теоретически территория Луизианы содержала всю водосборную площадь западных притоков Миссисипи, нужно было определить, где они берут свое начало.

В ходе экспедиции, длившейся с 1804-го по 1806 год, Мериуэтер Льюис и Уильям Кларк изучили Миссури до самых ее истоков, которые уходили в местность, теперь относящуюся к юго-западной Монтане. Как оказалось, река Миссури, если измерять по самому длинному ее притоку, имеет 2466 миль в длину, что несколько превышает протяженность Миссисипи.

Но вернемся к слиянию Миссисипи и Миссури на севере от Сент-Луиса. Когда сливаются две реки, какую следует считать главной, а какую притоком? Рассуждая логически, та река, которая длиннее, является главной, а та, что короче, притоком.

В таком случае у Сент-Луиса мы имеем, во-первых, Миссури длиной 2466 миль и, во-вторых, отрезок Миссисипи выше Сент-Луиса (Верхняя Миссисипи), который имеет в длину всего лишь 1050 миль. Ясно, что главной рекой является Миссури, а Верхняя Миссисипи в нее впадает.

Представьте себе каплю воды, стекающую по северному склону горного хребта, по которому проходит граница между штатами Монтана и Айдахо. Она вливается в речушку, известную как Ред-Рок-Крик, которая в конце концов превращается в Миссури. Миссури несет свои воды через Монтану и обе Дакоты, вдоль границы между Небраской и Айовой, дальше в штат Миссури, соединяется с рекой, которую мы знаем как Миссисипи, у Сент-Луиса, течет на юг мимо Мемфиса, Висксбурга и Нового Орлеана и впадает в Мексиканский залив.

На своем пути до моря, начиная от гор Монтаны, капля воды преодолевает 3760 миль вместе с непрерывным течением одной реки, и как же называется эта нигде не прерывающаяся река? Да никак! Часть ее называется Миссури, другая часть Миссисипи, но у целой реки названия нет. В лучшем случае останется только называть ее Миссури-Миссисипи, хотя это звучит громоздко и ненатурально.

Миссури-Миссисипи, хотя и занимает место самой длинной реки в Северной Америке и даже попала в знаменитую песню, не является самой длинной рекой в мире. Есть две реки еще длиннее.

Давайте, кстати, уж составим таблицу 11, где перечислим все великие реки мира, взяв в качестве критерия величия длину свыше тысячи миль, хоть он и совершенно искусственный. Конечно, в некоторых случаях длину можно вычислить лишь приблизительно, но тем не менее.

ВЕЛИКИЕ РЕКИ

Название реки	Континент	Место впадения	Длина (в милях)
Нил	Африка	Средиземное море	4160
Амазонка	Юж. Америка	Атлантический океан	3900
Миссури-Миссисипи	С. Америка	Мексиканский залив	3760
Янцзы	Азия	Восточно-Китайское море	3370
Хуанхэ	Азия	Желтое море	2870
Конго	Африка	Атлантический океан	2720
Амур	Азия	Татарский пролив	2700
Лена	Азия	Море Лаптевых	2660
Макензи-Пис	С. Америка	Море Бофорта	2640
Меконг	Азия	Южно-Китайское море	2600
Нигер	Африка	Гвинейский залив	2600
Параиа	Юж. Америка	Рио-де-ла-Плата	2580
Обь	Азия	Обская губа	2500
Енисей	Азия	Карское море	2410
Муррей	Австралия	Озеро Александрина	2310
Волга	Европа	Каспийское море	2290
Мадейра	Юж. Америка	Амазонка	2100
Юкон	С. Америка	Берингово море	2000
Пурис	Юж. Америка	Амазонка	1950
Святого Лаврентия	С. Америка	Залив Святого Лаврентия	1900
Рио-Гранде	С. Америка	Мексиканский залив	1890
Иртыш	Азия	Обь	1840
Сырдарья	Азия	Аральское море	1810
Брахмапутра	Азия	Бенгальский залив	1800
Инд	Азия	Аравийское море	1800
Сан-Франциско	Юж. Америка	Атлантический океан	1800
Дунай	Европа	Черное море	1750

Название реки	Континент	Место впадения	Длина (в милях)
Жапура	Юж. Америка	Амазонка	1750
Дарлинг	Австралия	Муррей	1725
Евфрат	Азия	Персидский залив	1710
Токантинс	Юж. Америка	Амазонка	1670
Замбези	Африка	Индийский океан	1630
Саскачеван-Нельсон	С. Америка	Гудзонов залив	1600
Ориноко	Юж. Америка	Атлантический океан	1600
Салуин	Азия	Залив Мартабан	1600
Урал	Азия-Европа	Каспийское море	1570
Амударья	Азия	Аральское море	1550
Ганг	Азия	Бенгальский залив	1550
Парагвай	Юж. Америка	Парана	1530
Арканзас	С. Америка	Миссури-Миссисипи	1450
Колорадо	С. Америка	Калифорнийский залив	1450
Днепр	Европа	Черное море	1420
Рио-Негро	Юж. Америка	Амазонка	1400
Сицзян	Азия	Южно-Китайское море	1380
Ангара	Азия	Енисей	1300
Эллигени-Огайо	С. Америка	Миссури-Миссисипи	1300
Иравади	Азия	Андаманское море	1300
Оранжевая	Африка	Атлантический океан	1300
Пилкомайо	Юж. Америка	Парагвай	1300
Коламбия	С. Америка	Тихий океан	1210
Дон	Европа	Азовское море	1210
Сунгари	Азия	Амур	1170
Тигр	Азия	Персидский залив	1160
Верхняя Миссисипи	С. Америка	Миссури-Миссисипи	1050
Снейк	С. Америка	Коламбия	1040
Ред-Ривер	С. Америка	Миссури-Миссисипи	1020
Черчилль	С. Америка	Гудзонов залив	1000
Уругвай	Юж. Америка	Рио-де-ла-Плата	1000

Итак, перед нами 58 величайших рек Земли, которые распределяются между континентами, как показывает таблица 12.

Таблица 12

ВЕЛИКИЕ РЕКИ ПО ЧАСТЯМ СВЕТА

Азия	21
Северная Америка	14
Южная Америка	12
Африка	5
Европа	5
Австралия	2

Всего получается 59 рек, потому что по реке Урал проходит искусственная граница между Европой и Азией, поэтому она отнесена к обоим частям света.

Можно сказать, что среди великих рек есть четыре «сверхреки» длиной больше 3 тысяч миль. Они распределены довольно равномерно: по одной на материк. Африка гордится Нилом, Южная Америка — Амазонкой, Северная Америка — Миссури-Миссисипи, Азия — Янцзы.

Однако это иллюзия. Судя по всем критериям, кроме длины, на свете есть только одна «сверхрека». Подсчитаем, к примеру, площадь земной поверхности, орошаемую рекой и ее притоками. Янцзы покрывает немногим менее миллиона квадратных миль, а Нил и Миссури-Миссисипи — немногим более миллиона. Ни одна из них не стоит на первом месте. Ни одна из них не стоит даже на третьем.

Судя по площади бассейна реки, Конго, стоящая в нашей таблице всего лишь на шестом месте и имеющая в длину намного меньше 3 тысяч миль, далеко опережает растянувшийся на пол-

Африки Нил. Водосборная площадь Конго составляет более 1 600 000 квадратных миль.

При этом Конго стоит лишь на втором месте. Ее легко оставляет за собой великая Амазонка, которая со всеми своими притоками имеет бассейн площадью почти в 2 700 000 квадратных миль. Разница становится еще заметнее, если сравнить бассейн реки с общей площадью материка. У южноамериканской реки потенциальная водосборная площадь гораздо меньше, чем у азиатской, просто потому, что Южная Америка меньше Азии. Если произвести такие расчеты, то результаты, представленные в таблице 13, выглядят следующим образом.

Таблица 13

БАССЕЙНЫ РЕК

Река	Континент	Доля бассейна реки в площади континента
Янцзы	Азия	0,05
Нил	Африка	0,09
Миссури- Миссисипи	Северная Америка	0,13
Конго	Африка	0,14
Амазонка	Южная Америка	0,4

По данному параметру Амазонка вне всякой конкуренции.

К тому же выводу можно прийти, если подсчитать объем воды, переносимой реками. Нил, каким бы длинным и полноводным он ни был, течет по пустыне на протяжении тысячи миль, и большая часть влаги из него испаряется. Поэтому до океана он доносит относительно небольшой объем воды. Миссури-Миссисипи и ее притоки ежесекундно выливают в океан 675 тысяч кубических футов воды. Янцзы имеет более высокий показатель — 770 ты-

сяч, Конго ушла еще дальше — она сбрасывает в океан 1 200 000 кубических футов в секунду. Однако Конго стоит на втором месте. К сожалению, в своей библиотеке я не смог найти точных данных по Амазонке, но, помнится, я где-то читал, что ее водосброс в семь раз больше, чем у второй из самых полноводных рек мира, что составляет около 8 000 000 кубических футов в секунду.

Посмотрим, нельзя ли сделать что-нибудь для Амазонки и в отношении длины.

Великие реки, если вы взглянете на таблицу, делятся на две группы. Во-первых, это главные реки, впадающие в океаны, заливы, бухты или внутренние моря. Вторая группа — притоки, впадающие в более крупные реки. Есть семнадцать притоков, которые сами являются великими реками. Давайте выберем их из общего списка и соберем в таблице 14.

Таблица 14

ПОЛНОВОДНЫЕ ПРИТОКИ

Приток	Реска
Мадейра	Амазонка
Пурус	Амазонка
Иртыш	Обь
Жапура	Амазонка
Дарлинг	Муррей
Токантинс	Амазонка
Ганг	Брахмапутра
Парагвай	Парапа
Арканзас	Миссури-Миссисипи
Рио-Негро	Амазонка
Ангара	Енисей
Эллигени-Огайо	Миссури-Миссисипи
Пилкомайо	Парагвай
Сунгари	Амур

Приток	Река
Верхняя Миссисипи	Миссури-Миссисипи
Снейк	Коламбия
Ред-Ривер	Миссури-Миссисипи

Как видите, у Амазонки пять притоков, которые сами являются великими реками. Между прочим, из шести самых длинных притоков мира четыре впадают в Амазонку. В том числе и самый длинный приток — Мадейра, единственная река в мире, которая имеет в длину более 2 тысяч миль и при этом впадает в другую реку.

Ни одна другая великая река не может с нею сравниться. В Миссури-Миссисипи впадают четыре великих реки, но они из нижней части списка, где оказались не самые длинные реки, тогда как притоки Амазонки из верхней части списка. У Параны два таких притока, и они образуют уникальное сочетание. Пилкомайо впадает в Парану, и все три являются великими реками. Нигде на Земле нет ничего похожего. Каждая из шести других великих рек — Обь, Муррей, Брахмапутра, Енисей, Амур и Коламбия — имеет по одному притоку среди великих рек.

Теперь сложим все эти длины. Давайте прибавим к длине каждой реки длину каждого ее притока из великих рек и назовем сумму великой речной системой. Оказывается, есть восемь таких великих речных систем длиной более 3 тысяч миль и есть две великих реки, у которых нет притоков среди великих рек, но они сами имеют длину более 3 тысяч миль. Произведем эту арифметическую операцию и сведем результаты в таблице 15.

ВЕЛИКИЕ РЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ

Великая речная система	Общая длина (в милях)
Амазонка	12 770
Миссури-Миссисипи	8580
Парана	5310
Обь	4340
Нил	4160
Муррей	4035
Амур	3870
Енисей	3710
Янцзы	3370
Брахмапутра	3350

Из этих десяти систем пять находятся в Азии, две в Южной Америке и по одной в Северной Америке, Африке и Австралии. Любопытно, что три крупнейшие системы находятся в Западном полушарии.

Но как вы видите сами, речная система Амазонки гораздо протяженнее любой другой; таким образом, уникальность этой реки доказана по трем параметрам: длине, объему водосброса и площади бассейна.

Амазонка — величайшая река в мире; ни одна другая с ней не сравнится. Не будет глупостью сказать, что все реки мира делятся на две группы. В первой — Амазонка. Во второй — все остальные реки.

Теперь перейдем к следующему пункту. Подумаем о судьбе великих рек, о том, куда они впадают.

В таблице, где перечислены великие реки по длинам, я указывал конкретное место впадения:

море, залив и тому подобное. Однако можно сделать более широкое обобщение. Каждая река, достигающая открытого моря непосредственно или через более крупную реку, притоком которой она является, оканчивает свой путь в одном из трех основных океанов. А именно в Тихом океане, Атлантическом океане (включая Северный Ледовитый океан) или Индийском океане.

Если посмотреть на дело с этой стороны, то выяснится, что пять самых протяженных речных систем впадают в Атлантический океан. (Самая длинная из тех, что не впадают, это система Мюррей-Дарлинг в Австралии. Она хотя и длинная, но не особенно полноводная, и не будем о ней говорить.)

Итак, будем действовать систематически и вернемся к списку великих рек, чтобы подсчитать, сколько из них впадает в каждый океан, а общую длину рек представим в таблице 16.

Таблица 16

ВЕЛИКИЕ РЕКИ ПО ОКЕАНАМ

Океан	Количество рек	Общая длина (в мнях)
Атлантический	34	66 060
Тихий	10	19 790
Индийский	10	16 585

Совершенно очевидно, что в Атлантический океан вливается больше всего речной воды. В Атлантический океан впадает не только больше великих рек, чем в два других океана, вместе взятые, но еще и две самых больших реки — Амазонка и Конго.

Кстати, обратите внимание, что великих рек, впадающих в океаны, 54, а всего великих рек 58.

Здесь нет никакой ошибки или загадки; расхождение объясняется очень просто. Есть четыре великих реки, которым так и не удается достигнуть океана. Они приведены в таблице 17.

Таблица 17

ВЕЛИКИЕ РЕКИ, НЕ ВПАДАЮЩИЕ В ОКЕАН

Река	Место впадения
Волга	Каспийское море
Сырдарья	Аральское море
Урал	Каспийское море
Амударья	Аральское море

Каспийское и Аральское моря являются внутренними морями, в каждое из них впадает по две великих реки; это единственные внутренние водосмы, которые имеют такую особенность. Следовательно, Волга отличается не только тем, что это самая длинная река в Европе, но и тем, что это самая длинная река в мире, которая не впадает в океан.

Выходит, что три с половиной из этих четырех рек протекают по территории Советского Союза. По истокам Амударьи проходит часть границы между СССР и Афганистаном.

Довольно любопытно, что на великих реках стоит не так много больших городов. Города обычно теснятся на озерных или океанских берегах. Если большой город стоит на реке, то, как правило, это совсем небольшая река. Лондон построен на Темзе (длина 209 миль), Париж на Сене (480 миль), а Москва на реке Москве (315 миль).

Возьмем американскую речную систему Миссури-Миссисипи. На ее берегах не найдется ни

одного американского города-миллионера. У нас пять городов с населением более миллиона человек, из них один стоит на берегу Атлантического океана, один на берегу Тихого океана, один на озере Мичиган и еще один на озере Сент-Клэр. Пятый стоит на реке, но не на великой реке.

Крупнейший город на всем протяжении Миссури-Миссисипи — это Сент-Луис, и в нем живет всего 750 тысяч жителей.

Угадайте, какой город из тех, что расположены на великой реке в глубине страны, самый крупный в мире? (Закройте глаза и подумайте.) А теперь проверьте себя по ответу.

Ответ: Каир, Египет. Он расположен на Ниле, и его население составляет 3 518 000 человек¹.

Глава 12

ЯБЛОКУ НЕГДЕ УПАСТЬ

Время от времени, между делом я выступаю с лекциями и по их окончании обычно отвечаю на вопросы. Это самая забавная часть или самая мучительная; смотря как пойдет.

Частенько какой-нибудь умник загорается желанием посадить оратора в лужу, но если оратор в ударе, то его находчивый и остроумный ответ может поставить умника на место. Наградой ему служит взрыв смеха, который милее любого гонорара.

Хотелось бы мне сказать, что у меня всегда есть наготове сногшибательная реплика, но, увы, это не так.

¹ Приведены данные на 1966 год. (Примеч. пер.)

Однако порой мне удается с честью выйти из положения, как, например, во время одного выступления, которое никогда не изгладится у меня из памяти. В конце его я, как обычно, посмотрел на часы и сказал:

— Боюсь, у нас осталось времени только на один вопрос.

Тут же на ноги вскочил молодой человек из зрительного зала и спросил:

— Доктор Азимов, не могли бы вы в оставшееся время в двух словах рассказать, каким, по-вашему, будет мир в будущем?

Ничуть не медля, я ответил:

— Битком набитый! — и сошел с эстрады под гром смеха и аплодисментов. (Господи, если б это случилось каждый раз.)

Однако битком набитым мир становится уже сейчас, и я хочу продемонстрировать вам данный факт не самым обычным способом.

Взять, к примеру, меня: я живу на окраине Бостона, и никто не назовет Бостон маленьким городом. Это не громадный мегаполис, но все же вполне респектабельный крупный город. В Бостоне живет около 616 тысяч жителей, и он является крупнейшим городом Новой Англии.

А как по-вашему, сколько городов в мире больше Бостона? Если хотите, перед тем как читать дальше, прикиньте на глазок.

Сверившись с последними данными, которые нашлись в моей личной библиотеке, я посчитал, что в мире есть по крайней мере 150 городов крупнее Бостона. После этого, стоя в тени бостонского небоскреба Пруденшл-Тауэр и оглядывая всего-навсего 151-й по величине город в мире, я чувствую себя пигмеем.

Разумеется, Бостон ограничен лишь воображаемой линией на карте. Здания и жители со всех сторон выпирают за эту линию, образуя кольцо пригородов; население города вместе с пригородами или, как его называют, Большого Бостона составляет около 2,6 миллиона человек.

Но, чтобы сравнивать размеры городов, пользоваться данными о пригородах некорректно. У других городов свои пригороды. Кроме того, город с пригородами не является единой административно-политической единицей. Каждая из бостонских окраин (их несколько дюжин) имеет собственного мэра, полицию и пожарный департамент, свою систему образования и налогообложения. Это значит, что «город с пригородами» — весьма туманное образование, которое растет и уменьшается в зависимости от ваших взглядов на то, какие пригороды следует включить в конгломерат, а какие нет. Нет-нет, если мы хотим выяснить точные сведения относительно крупных городов, то лучше остановиться на строго определенном пространстве, находящемся в административно-политических границах города.

В одних только Соединенных Штатах больше десятка городов крупнее Бостона, в шести из них проживает более миллиона жителей в городской черте. Миллион — прекрасное круглое число, поэтому давайте (совершенно произвольно) определим мегаполис как город с населением в миллион и более человек. Шесть мегаполисов США в порядке уменьшения населения¹ перечислены в таблице 18.

¹ Я пользуюсь данными не переписи 1960 года, а более поздними, которые смог найти. Так же и с иностранными городами, хотя тут числа зачастую приблизительны и ненадежны, но что тут поделаешь? (Примеч. авт.)

МЕГАПОЛИСЫ США

Город	Население, человек
Нью-Йорк	8 080 000
Чикаго	3 520 000
Лос-Анджелес	2 740 000
Филадельфия	2 030 000
Детройт	1 600 000
Хьюстон	1 100 000

Общее население этих шести городов немногим больше 19 миллионов человек. Учитывая, что в США живет примерно 195 миллионов человек, это значит, что 9,7 процента населения Америки, или примерно один американец из десяти, живет в одном из крупнейших городов. Прибавьте сюда города, немного уступающие перечисленным по количеству населения вместе с их пригородами, и стереотипное представление об Америке как стране маленьких городов исчезнет как по мановению руки.

Но прежде чем разочарование помешает вам читать дальше, попытайтесь ответить на несколько небезынтересных вопросов об американских городах. Ответы даны в конце главы, но попробуйте ответить сами, не прибегая к картам и атласам. (Должен признаться, что сам-то я пользовался и картами, и атласами.)

1. Какой из мегаполисов США только второй по величине в своем штате?

2. Население какого города США ближе всего подходит к миллиону, но не переходит черту?

3. В разных американских штатах столицами часто становятся маленькие города из-за традиционно-го недоверия к «столпотворению» больших городов. Какой город самый крупный среди столиц штатов?

4. А какой самый маленький?

Идем дальше. Есть три страны, в которых живет больше народа, чем в США. Это Китай (750 миллионов), Индия (475 миллионов) и Советский Союз (230 миллионов). Естественно, в каждой из них много городов-миллионеров. Начнем с Китая, в котором (см. таблицу 19), согласно тем данным, которые мне удалось раздобыть, не менее шестнадцати мегаполисов.

Таблица 19

КРУПНЕЙШИЕ ГОРОДА КИТАЯ

Город	Население, человек
Шанхай	7 000 000
Пекин	6 800 000
Шэньян	3 100 000
Тяньцзинь	2 900 000
Харбин	2 500 000
Чунцин	2 200 000
Гуанчжоу	2 150 000
Сиань	1 500 000
Баотоу	1 500 000
Тайюань	1 500 000
Нанкин	1 400 000
Ланьчжоу	1 200 000
Бошан	1 200 000
Синин	1 150 000
Циндао	1 120 000
Чэнду	1 100 000

На первый взгляд кажется, что это удивительное собрание огромных городов, но, если хорошенько поразмыслить, оно становится не таким удивительным.

Сначала подумаем, сколько вообще есть в мире городов-миллионеров. (Не хотите прикинуть, пока я не назвал точное число?) Их общим счетом 89. Китай собрал почти одну пятую часть

этих городов, но чему тут удивляться? В конце концов, в Китае живет более одной пятой от общего населения земного шара.

Общее население этих шестнадцати китайских городов-миллионеров составляет около 38 миллионов человек, ровно в два раза больше населения американских городов-миллионеров. Но, между прочим, людей в Китае живет в три с половиной раза больше, чем в нашей стране. Только 5 процентов населения Китая, или 1 человек из 20, живет в одном из крупнейших мегаполисов. Сравните это с нашими 10 процентами.

В Индии шесть городов-миллионеров (см. таблицу 20), а в Советском Союзе семь (таблица 21).

Таблица 20

КРУПНЕЙШИЕ ГОРОДА ИНДИИ

Город	Население, человек
Бомбей	4 540 000
Калькутта	3 005 000
Дели	2 300 000
Мадрас	1 840 000
Ахмадабад	1 250 000
Хайдарабад	1 150 000

Таблица 21

КРУПНЕЙШИЕ ГОРОДА СОВЕТСКОГО СОЮЗА

Город	Население, человек
Москва	6 334 000
Ленинград	3 218 000
Киев	1 292 000
Горький	1 066 000
Ташкент	1 061 000
Харьков	1 048 000
Новосибирск	1 013 000

Общее население крупнейших городов этих стран примерно одинаково. Это 15 миллионов человек в Советском Союзе и 14 миллионов в Индии. Однако в Индии живет значительно больше народу, чем в Советском Союзе, и это сказывается на концентрации населения в городах. В СССР 6,5 процента человек живет в больших мегаполисах, тогда как в Индии доля городских жителей составляет всего 3 процента.

Но этими странами дело не ограничивается. Есть множество государств, не таких густонаселенных, как США; одно из них, где проживает вдвое меньше людей, насчитывает семь мегаполисов, на один больше, чем у нас. Нетрудно догадаться, что речь идет о Японии. Семь ее крупнейших городов перечислены в таблице 22.

Таблица 22

КРУПНЕЙШИЕ ГОРОДА ЯПОНИИ

Город	Население, человек
Токио	8 730 000
Осака	3 200 000
Нагоя	1 900 000
Иокогама	1 600 000
Киото	1 285 000
Кобе	1 115 000
Китаюсю	1 000 000

Общая численность населения, проживающего в крупнейших городах Японии, составляет 18,8 миллиона человек, почти столько же, сколько в США. Каждый пятый японец живет в мегаполисе.

В других странах меньше городов-миллионеров, чем в уже упомянутых. Всего осталось

47 городов-миллионеров, и я включ таблицу. Они даны в таблице 23 в пс шения численности населения.

ОСТАЛЬНЫЕ МЕГАПОЛИС

Город	Страна
Лондон	Великобритания
Каир	Египет
Рио-де-Жанейро	Бразилия
Мехико	Мексика
Сая-Паулу	Бразилия
Сеул	Южная Корея
Буэнос-Айрес	Аргентина
Джакарта	Индонезия
Париж	Франция
Рим	Италия
Мадрид	Испания
Тегеран	Иран
Сидней	Австралия
Западный Берлин	ФРГ
Мельбурн	Австралия
Карачи	Пакистан
Будапешт	Венгрия
Гамбург	ФРГ
Милан	Италия
Вена	Австрия
Барселона	Испания
Бангкок	Таиланд
Каракас	Венесуэла
Александрия	Египет
Богота	Колумбия
Стамбул	Турция
Лима	Перу
Сайгон	Вьетнам

Город	Страна	Население, человек
Лахор	Пакистан	1 296 000
Пусан	Южная Корея	1 271 000
Бухарест	Румыния	1 236 000
Варшава	Польша	1 232 000
Неаполь	Италия	1 221 000
Монтевидео	Уругвай	1 203 000
Монреаль	Канада	1 191 000
Мюнхен	ФРГ	1 182 000
Манила	Филиппины	1 139 000
Турин	Италия	1 117 000
Бирмингем	Великобритания	1 106 000
Йоханнесбург	ЮАР	1 095 000
Восточный Берлин	ГДР	1 071 000
Гвадалахара	Мексика	1 048 000
Глазго	Великобритания	1 036 000
Тайбэй	Тайвань	1 028 000
Прага	Чехословакия	1 011 000
Сурабая	Индонезия	1 008 000
Киншаса	Конго	1 000 000

Можно подвести итог сначала по странам, затем по континентам и, наконец, обобщить данные для всей планеты¹.

В мире 37 стран, обладающих хотя бы одним мегаполисом. Я перечислю их в таблице 24 в порядке уменьшения общей численности населения, проживающего в крупнейших городах; числа я округлил до сотен тысяч.

¹ Наверное, я должен извиниться за обилие чисел, но подумайте, сколько тем для разговора можно вытащить из этой статистики, если все остальные темы иссякнут. «Угадайте, сколько городов в мире имеют население больше миллиона?» — отличное начало для беседы. (Примеч. авт.)

КОЛИЧЕСТВО КРУПНЫХ ГОРОДОВ В РАЗНЫХ СТРАНАХ

Страна	Количество крупных городов	Общая численность населения мегаполисов (млн человек)
Китай	16	38
США	6	19
Япония	7	18
СССР	7	15
Индия	6	14
Великобритания	3	10,3
Италия	4	6,5
Бразилия	2	6,4
ФРГ	3	5,2
Египет	2	5,1
Южная Корея	2	4,3
Австралия	2	4,3
Мексика	2	4,2
Испания	2	4,1
Индонезия	2	3,9
Пакистан	2	3,2
Аргентина	1	3
Франция	1	2,8
Иран	1	2,3
Венгрия	1	1,9
Австрия	1	1,6
Таиланд	1	1,6
Венесуэла	1	1,6
Турция	1	1,5
Колумбия	1	1,5
Перу	1	1,4
Вьетнам	1	1,4
Канада	1	1,2
Польша	1	1,2

Страна	Количество крупных городов	Общая численность населения мегаполисов (млн человек)
Румыния	1	1,2
Уругвай	1	1,2
Филиппины	1	1,1
ГДР	1	1,1
ЮАР	1	1,1
Чехословакия	1	1
Тайвань	1	1
Конго	1	1

Конечно, количество мегаполисов в стране говорит далеко не обо всем. Как насчет концентрации населения в крупнейших городах? Как я указывал выше, в Соединенных Штатах в мегаполисах проживают 9,7 процента населения, но процент японцев, проживающих в мегаполисах, гораздо выше.

Принадлежит ли рекорд именно Японии? Нет. Три государства (см. таблицу 25) превосходят ее по концентрации населения в крупнейших городах.

Таблица 25

КОНЦЕНТРАЦИЯ НАСЕЛЕНИЯ В МЕГАПОЛИСАХ

Страна	Процент населения, проживающего в мегаполисах
Уругвай	45
Австралия	38
Австрия	22

Уругвай являет собой поразительное зрелище. Почти половина населения этой маленькой страны теснится в Монтевидео, столице государства и единственном мегаполисе. Сравнить Уругвай я

могу только со штатом Нью-Йорк, который не-много меньше Уругвая по площади, но имеет в шесть с половиной раз больше населения. 45 процентов населения штата Нью-Йорк втиснуто в его единственный мегаполис — город Нью-Йорк.

Австралия отличается такой же однобокостью. Почти две пятых ее населения живут в двух мегаполисах — Сиднее и Мельбурне. (Мне вдруг пришло в голову, что в мире, как минимум, 12 англоговорящих мегаполисов. Их обгоняют только 16 китайскоговорящих городов-миллионеров.)

Австрия также представляет интересный случай. Около четверти населения Австрии скучено в ее единственном мегаполисе — Вене. Видимо, так сложилось исторически. До Первой мировой войны Вена была столицей Австро-Венгерской империи, которая была гораздо больше теперешней Австрии. После Первой мировой войны Австро-Венгрия распалась на несколько частей, и Вена осталась гигантской столицей небольшого осколка бывшей империи.

Будапешт стал гигантской столицей еще одного маленького осколка: почти одна пятая часть жителей Венгрии сосредоточена в этом мегаполисе.

В странах Старого Света столицы, как правило, являются мегаполисами. Варшава, Париж, Лондон, Бухарест и многие другие города разрослись и превратились в мегаполисы именно потому, что были столицами.

Однако некоторые более молодые государства, не так скованные традициями, намеренно устраивали столицу не в крупных городах, хотя города-миллионеры есть и на территории этих государств. Это особенно верно для англоязычных стран, за исключением их родоначальницы Великобритании. Так появились Вашингтон в США,

Канберра в Австралии, Оттава в Канаде; все они не города-миллионеры. Что касается стран, долго находившихся под властью Британской империи, то там мы имеем Кесон-Сити (Филиппины), Нью-Дели (Индия) и Равалпинди (Пакистан); они тоже не являются мегаполисами. Это дает мне возможность задать следующий вопрос:

5. Есть еще три государства, обладающие мегаполисами, в столицах которых проживает менее миллиона жителей. Что это за государства и что это за столицы?

Мегаполисы, как правило, существуют группами. Самая ближайшая пара — это близкие соседи Восточный Берлин и Западный Берлин, но фактически это один город, поделенный между двумя правительствами в результате «холодной войны».

Оставим в стороне этот нетипичный случай и возьмем самую близкую пару мегаполисов — это японские города Токио и Йокогама. Границы городов находятся приблизительно в четырех милях друг от друга. Сравните это расстояние с 90 милями, разделяющими Нью-Йорк и Филадельфию, самую близкую американскую пару мегаполисов. Кроме того, Япония может похвастаться ярким примером строенных мегаполисов. Города Киото, Осака и Кобе составляют тесный треугольник, самая длинная сторона которого не превышает 35 миль. И еще несколько вопросов:

6. Назовите самый северный и самый южный мегаполисы.

7. В какой стране из тех, где нет ни одного мегаполиса, живет больше всего народу?

Теперь перейдем к континентам. Будем считать прибрежные острова вместе с ближайшим континентом: Японию и Индонезию отнесем к Азии, Ве-

ликобританию к Европе и так далее. Постараемся также не забыть, что, хотя основная территория Турции расположена в Азии, небольшая часть Стамбула находится в Европе. Еще будем иметь в виду, что два из крупнейших городов Советского Союза (Ташкент и Новосибирск) находятся в Азии. Итак, у нас получается таблица 26.

Таблица 26

МЕГАПОЛИСЫ ПО СТРАНАМ СВЕТА

Страна света	Количество мегаполисов	Население мегаполисов (млн человек)
Азия	42	91,7
Европа	25	51,3
Северная Америка	9	24,2
Южная Америка	7	15,1
Африка	3	6,1
Австралия	2	4,3

Концентрация населения Европы и Северной Америки больше, чем Азии и Южной Америки. Около 8 процентов населения первых двух частей света проживают в мегаполисах, а в последних двух население крупнейших городов составляет не более 5 процентов. За ними с большим отрывом идет Африка, там около 2 процентов населения проживает в крупных городах. Однако приз получает Австралия. Там даже с учетом Новой Зеландии концентрация населения в крупных городах составляет 25 процентов.

Общая численность населения 88 городов-миллионеров составляет около 193 миллионов человек, почти столько же проживает в Соединенных Штатах. Это значит, что каждый семнадцатый

человек, живущий на Земле в настоящее время, живет в большом городе.

И с каждым годом количество мегаполисов будет возрастать вместе с количеством проживающего в них населения, как в абсолютных цифрах, так и относительно общего населения Земли. По моим расчетам, только за последние пять лет список мегаполисов увеличился на семь городов, а их общее население — на 13 миллионов человек¹.

Ума не приложу, чем все это закончится. Могу только с ужасом ждать будущего, пока с каждым днем на Земле становится все больше людей.

Ответы:

1. Даллас, штат Техас, население 790 тысяч человек; его обогнал Хьюстон, Техас.

2. Балтимор, штат Мэриленд, население 925 тысяч человек.

3. Бостон, штат Массачусетс, но эта разница, возможно, непадолго. Население Бостона быстро уменьшается (на 80 тысяч за последние шесть лет), и столичные города, например Денвер, штат Колорадо, могут вскоре обогнать его.

4. Джуно, штат Аляска, население 7200 человек.

5. Бонн, ФРГ; Бразилиа, Бразилия; Анкара, Турция.

6. Ленинград самый северный из мегаполисов, Мельбурн самый южный.

7. Разумеется, это государство надо искать на континенте с самой малой концентрацией населения — в Африке. Это Нигерия, в которой прожи-

¹ Естественно, такое эссе не может постоянно соответствовать самым последним данным. Со времени его первого выхода в свет я получил множество писем, где утверждалось, что мексиканский город Гвадалахара перешел в класс миллионных мегаполисов, или сообщалось, что население Сеула уже составляет 3,8 миллиона человек. Тут я бессилён... (Примеч. авт.)

вает 56,4 миллиона человек, и это девятая страна в мире по количеству населения. В ней нет ни одного мегаполиса. В самом крупном нигерийском городе Лагосе, его столице, проживают 665 тысяч жителей.

Глава 13

ПРЯМО ПОД НОГАМИ

Мне ужасно нравится имя Айзек. Отчасти потому, что я его ношу, но больше из-за того, что оно довольно редкое. Другие Айзеки мне, как правило, не досаждают. Когда кто-то зовет Айзека, то обычно имеет в виду меня, и я, если слышу, отзываюсь.

Конечно, был еще Исаак Ньютон¹, как известно всем читателям моих эссе, я его большой поклонник, но он давно умер. Все же популярность Айзека Башевиса Зингера приводит меня в некоторое замешательство, поскольку он не только единственный знаменитый Айзек из живущих, а еще и писатель.

Два этих Айзека бросают на наше имя отблеск своей славы. А как насчет тех, кто пятнает его?

В связи с этим я недавно перенес потрясение. Я искал что-то в энциклопедии для какой-то работы, и мой взгляд упал на статью «Кантон» (город в штате Иллинойс). Там под подзаголовком «История» было черным по белому напечатано:

«Город основан в 1825 году Айзеком Суоном... Основатель... дал городу название Кантон, будучи уверенным, что город Кантон, находящийся в Китае, является его прямым антиподом».

¹ Имя Айзек соответствует имени Исаак в русском языке. (Примеч. пер.)

Этот Айзек со своей уверенностью попал пальцем в небо. Даже не глядя на карту или глобус, нетрудно сообразить, что китайский Каптон никак не может быть прямым антиподом иллинойского Кантона. Можно пойти еще дальше и сказать, что ни одна точка на территории Китая не находится с противоположной стороны земного шара по отношению к любой точке на территории США. Но мы не остановимся на этом и скажем, что ни одна точка на территории Европы или Азии не может находиться с противоположной стороны земного шара по отношению к любой точке на территории Северной Америки.

Наверно, вы уже догадались, что ошибка Айзека Суона не смутила меня до такой степени, чтобы я не был способен написать эссе на эту тему. Именно это я собираюсь сделать прямо сейчас!

Греки первыми предположили, что Земля имеет форму шара, и, следовательно, первыми заинтересовались тем, что творится на другой стороне.

Возможно, сначала греки придерживались мнения, что сами они живут на верхушке мира (как о том говорили им собственные глаза), а любой человек, оказавшийся на другой стороне, попросту свалится с земного шара. Вероятно, когда школьники впервые узнают, что Земля круглая, у них возникает такое же беспокойство.

Однако уже во времена Аристотеля стало ясно, что «верх» и «низ» — это понятия относительные. Все вещество на Земле притягивается к центру, и «низ» находится там, где находятся ноги человека, где бы он ни стоял. Итак, противоположная сторона Земли могла оказаться обитаемой.

Но даже если люди не падают с другой стороны мира, разве можно было сомневаться, что опосительного себя все, кто находится с другой стороны, стоят вверх ногами. Если бы земной шар был прозрачным, то можно было бы увидеть на другой стороне подошвы людей и их ноги указывали бы вверх по направлению к вам. Как бы вы ни относились к этим ногам, в любом случае они называются антиподами. Это слово происходит от греческого выражения, означающего «противоположные ноги».

Многие географы Античности и Средневековья знали, что чем дальше на юг, тем становится жарче, и полагали, что экваториальный пояс Земли непроходим и необитаем из-за нестерпимой жары. Если бы это соответствовало правде, то Земля оказалась бы разделенной на две половины, между которыми не могло быть никакого сообщения.

Было, конечно, известно, что местности с умеренным климатом к северу от экватора обитаемы. Следовательно, местности с умеренным климатом к югу от экватора тоже могли быть обитаемы, но до 1400 года европейские географы не могли сказать этого с уверенностью. Они могли прийти к такому выводу посредством дедукции на основании предпосылок или (если предпочитали другой путь) боговдохновенных слов Библии. Иногда неизвестная и непознаваемая половина Земли в широком смысле называлась Антиподами, и даже сегодня это название порой используется применительно к Южному полушарию.

Однако после географических открытий XV века такое широкое толкование термина оказалось бессмысленным, так как европейцы установили, что экватор можно пересечь. Поэтому давайте вернем слову его узкое значение.

В узком смысле слова можно говорить об антиподной точке, то есть точке, противоположной той, в которой вы находитесь. Если бы вы прорыли туннель прямо вниз, то достигли бы центра Земли и, продолжая рыть дальше, выбрались бы на поверхность в антиподной точке, преодолев почти 8 тысяч миль каменных пород и расплавленных металлов.

Или ограничимся поверхностью Земли и представим себе, что эта поверхность абсолютно ровная, имеет форму идеальной сферы и 25 тысяч миль в окружности. (Это на самом деле близко к истине.) В таком случае если мы проедем 12,5 тысячи миль в *любом* направлении, то окажемся в одном и том же месте — антиподной точке.

Следующий шаг: что можно сказать об антиподной точке, не глядя на карту?

Начнем с широты. Предположим, что вы стоите в точке x° северной широты. Чтобы добраться до антиподной точки, нужно провести воображаемую линию через центр Земли.

Когда эта линия достигнет центра, она окажется на 0° широты¹, ибо центр Земли находится в плоскости экватора. (Чтобы стало яснее, представьте себе, что вы разрезаете Землю на ломти вдоль разных параллелей. Тогда через центр пройдет только ломоть, отрезанный по экватору, на широте 0° . Если воображение ваше не столь богато, посмотрите на глобус.)

Итак, если широта нашей воображаемой линии на пути от точки, где находитесь вы, к центру Зем-

¹ Нулевая широта отмечает линию экватора. Она отделяет Северное полушарие от Южного и потому сама не называется ни южной, ни северной, а просто нулевой. (*Примеч. авт.*)

ли, дошла от x° северной широты до 0° , то есть прошла половину пути, то, исходя из соображений простой симметрии, за оставшуюся половину пути она должна дойти от 0° до x° южной широты.

Можно сделать вывод, что для любой точки, находящейся на x° с. ш., антиподная точка должна находиться на x° ю. ш. И наоборот, для любой точки, находящейся на x° ю. ш., антиподная точка должна находиться на x° с. ш.

Это дает нам достаточные основания для некоторых интересных умозаключений.

1. Для любой точки на 90° с. ш. антиподной является точка на 90° ю. ш. и наоборот. Но есть только одна точка на Земле, которая находится на 90° с. ш., и только одна, которая находится на 90° ю. ш., — это Северный и Южный полюсы. Таким образом, Северный полюс и Южный полюс являются антиподами.

2. Для любой точки на широте 0° антиподная точка также должна находиться на широте 0° . Следовательно, антиподом любой точки на экваторе является точка на экваторе.

3. Для любой точки в Северном полушарии антиподная точка должна находиться в Южном полушарии и наоборот. Следовательно, если обе точки находятся в Северном полушарии (или обе в Южном), они не могут быть антиподами по отношению друг к другу, и этот вывод не требует обращения к карте или к глобусу. Поскольку Европа, Азия и Северная Америка находятся в Северном полушарии, то ни одна их точка или часть не может быть антиподной по отношению к какой-либо другой их точке и части. В частности, китайский город Кантон не может быть антиподом иллинойского города Кантон, что огорчило бы Айзека Суона.

Теперь перейдем к долготе. Аргументы, которые мы приводили в рассуждениях о широте, приводят к выводу о том, что любая точка Западного полушария имеет антиподную точку в Восточном полушарии, и наоборот. Если обе точки находятся в Восточном или Западном полушарии, то они не могут быть антиподами.

Пойдем еще дальше. Каждый меридиан представляет собой «большой круг», проходящий через Северный и Южный полюсы. (Большой круг — это круг, начерченный на поверхности сферы и лежащий в плоскости, проходящей через центр сферы, то есть разделяющий сферу на две равные части. Таким образом, плоскость любого меридиана проходит через центр Земли и делит Землю на две равные половины.)

Если начать с какой-то точки любого меридиана и провести воображаемую линию вниз, она пройдет через центр Земли и выйдет на поверхность в другой точке того же меридиана. Это верно для любого большого круга, а не только для меридиана. Это верно и для экватора, поскольку экватор — единственная параллель, представляющая собой большой круг.

Однако тут есть одна трудность: меридианы, разрезающие поверхность Земли, не на всех своих участках пронумерованы одинаково. Все они поделены на две части, обозначенные несовпадающими числами. Например, если идти по нулевому меридиану через Северный или Южный полюс, то нулевой меридиан перейдет в 180-й меридиан¹. Если идти по меридиану 10° в. д. через

¹ 180-й, он же нулевой, меридиан делит Землю на Восточное и Западное полушария. Сам меридиан не имеет ни западной, ни восточной долготы и обозначается просто числами 0 или 180 без добавления в. д. или з. д. (*Примеч. авт.*)

Северный или Южный полюс, то он перейдет в меридиан 170° з. д. Если идти по меридиану 50° з. д. через Северный или Южный полюс, то он превратится в меридиан 130° в. д.

В общем, если следовать вдоль меридиана через тот или другой полюс, то меридиан y° в. д. переходит в меридиан $(180 - y)^\circ$ з. д., а меридиан y° з. д. — в меридиан $(180 - y)^\circ$ в. д. Если какая-то точка находится на одной половине меридиана, то ее антиподная точка находится на другой половине этого меридиана.

Подведем итог и скажем, что если какая-либо точка земной поверхности имеет координаты x° с. ш. и y° з. д., то ее антиподная точка имеет координаты x° ю. ш. и $(180 - y)^\circ$ в. д. Эта формула годится для любого сочетания широт и долгот; главное, вычисляя антиподные точки, не забыть поменять с. ш. на ю. ш. (и наоборот) и в. д. на з. д. (и наоборот).

Вернемся же в Кантон, штат Иллинойс, — город, основанный Айзеком Суоном. Он расположен примерно в $40,6^\circ$ с. ш., 90° з. д. Значит, его антиподом является место с координатами $40,6^\circ$ ю. ш., 90° в. д. (90-й меридиан — единственный из меридианов, у которого не меняется нумерация, так как $180 - 90 = 90$; конечно, западная долгота меняется на восточную, и наоборот.)

Точка, антиподная иллинойскому Кантону, находится в Индийском океане примерно в 1600 милях на юго-запад от Перта, Австралия, который является ближайшей точкой материковой суши. И это место находится примерно в 4600 милях от китайского Кантона.

Давайте рассчитаем участок земной поверхности, антиподный сорока восьми штатам США, не

считая Аляски и Гавайев. США простираются приблизительно от 50° с. ш. до 30° с. ш. и от 70° з. д. до 125° з. д.

Значит, антиподный участок земной поверхности должен простираться от 50° ю. ш. до 30° ю. ш. и от 110° в. д. до 55° в. д, и *весь этот участок поверхности занят океаном*. Иначе говоря, если копать прямо вниз от любой точки на территории сорока восьми американских штатов, то вы обязательно вынырнете среди водных просторов южной части Индийского океана.

На всем протяжении этих водных просторов единственным крупным участком суши является остров Кергелен, названный в честь французского мореплавателя Кергелен-Тремарека, открывшего остров в 1772 году. Это неприютная часть суши (она еще называется островом Одиночества) принадлежит Франции и расположена примерно в 1400 милях к северу от побережья Антарктиды. Площадь острова — 1300 квадратных миль, и он примерно на треть больше штата Род-Айленд. Его координаты 49° ю. ш., 70° в. д.; следовательно, координаты его антиподной точки — 49° с. ш., 110° з. д.

Это значит, что на территории США есть участок земли размером с Род-Айленд в том месте, где Монтана граничит с канадскими провинциями Альберта и Саскачеван, которому принадлежит честь быть единственным районом Америки, откуда можно прорыть туннель к центру Земли и вылезти с другой стороны на суше внушительных размеров. Ближайший к этому месту город в Америке называется Кремлин в штате Монтана, а ближайший канадский город — Жедо в провинции Альберта.

Еще два участка суши, которые я смог отыскать на антиподном отрезке Индийского океана, кроме острова Кергелен, это два маленьких острова —

Амстердам и остров Святого Павла, оба принадлежащие Франции. Амстердам имеет площадь 25 квадратных миль, он чуть больше острова Манхэттен, а остров Святого Павла размером всего 3 квадратных мили. Первый находится на $38,7^{\circ}$ ю. ш., 77° в. д., второй на $38,7^{\circ}$ ю. ш., $77,5^{\circ}$ в. д. Антиподные точки этих островов соответственно лежат на 38° с. ш., 103° з. д. и $38,7^{\circ}$ с. ш., $102,5^{\circ}$ з. д.

Антиподы двух островов расположены на востоке центральной части Колорадо. Если кому-то случится быть в 7 милях на юго-восток от городка Лас-Анимас, штат Колорадо, и прорыть туннель через центр Земли, то он выберется на поверхность острова Амстердам. Если начать рыть на том же расстоянии к юго-востоку от Карваля, штат Колорадо, то можно добраться до острова Святого Павла.

Мне думается, оба городка не подозревают о своей уникальности.

Как же обстоит дело с Аляской и Гавайями?

Антиподный участок Земли для основной части Аляски находится между 60° и 70° южной широты и 12° и 40° восточной долготы. Это соответствует волнам в океане южнее Африки, и там нет ни одного достойного упоминания острова. Это место расположено надалеко от побережья Антарктиды.

Коли на то пошло, антиподный участок Земли для Канады находится между антиподами Аляски и США, также в южной части Индийского океана. Архипелагу на севере Канады соответствуют антиподные территории в различных частях Антарктиды. Например, антипод острова Виктории у центра северной части Канады нахо-

дится рядом с Берегом Ингрид Кристенсен и шельфовым ледником Мерва, что в Антарктиде.

Антиподы других арктических территорий также находятся на побережье Антарктиды. Антипод Северной Гренландии расположен на Земле Виктории и проходит вдоль шельфового ледника Росса. Антипод полуострова Таймыр на севере Центральной Сибири находится частично на полуострове Палмера (недавно его переименовали в Антарктический полуостров). Самая северная оконечность полуострова Палмера — единственная часть Антарктиды, далеко выходящая за пределы Южного полярного круга, имеет своего антипода в глубине Сибири, примерно в 300 милях на запад от Якутска.

Но основной части Антарктиды в качестве антипода противостоит Северный Ледовитый океан. Было бы справедливее, если бы антарктические ледовые щиты не приравнивались к суше. В основном та часть Антарктиды, которая служит антиподом некоторым частям Сибири, скорее всего, не имеет подо льдом твердой земли.

А как с Гавайями, нашим 50-м штатом? Тут дело другое. Антиподы Гавайев находятся в Южной Африке. Антиподом Гонолулу с координатами $21,3^{\circ}$ с. ш. и $157,8^{\circ}$ з. д. является местность с координатами $21,3^{\circ}$ ю. ш. и $22,2^{\circ}$ в. д.; эта местность находится немного севернее города Гапзи в Ботсване.

Обратите внимание, 49 континентальных штатов США имеют антиподом океан. И только 50-й островной штат, расположенный далеко в океане, лежит против материка.

Так и напрашивается вопрос: каким материкам противостоят другие материки? Мы уже отметили, что Северная Америка противостоит Индий-

скому океану, а Антарктида — Северному Ледовитому океану. Как насчет остальных материков?

Посмотрим... Антиподный Африке участок земной поверхности полностью находится на юго-западе Тихого океана; антиподный Европе участок земной поверхности также находится в Тихом океане, но дальше на юг. Антиподный Австралии участок земной поверхности полностью приходится на север Атлантики.

Остались еще Южная Америка и Азия. Антиподный гигантской Азии участок земной поверхности простерся в южной части Тихого океана и налезает на юг Южной Америки. Такие страны, как Аргентина, Чили и Уругвай, имеют антиподов на востоке Китая, а северо-западная часть Южной Америки находится напротив Юго-Восточной Азии.

Мыс Горн, самая южная оконечность Южной Америки, уходит так далеко на юг, что его антиподная точка симметрично уходит далеко на север и приходится на юг Центральной Сибири неподалеку от города Ципикан.

Неужели это совпадения? Почему материки в большинстве своем противостоят океанам?

Во-первых, материковая суша занимает всего 30 процентов поверхности земного шара; это значит, что, вероятнее всего, именно участок океана, а не суши будет антиподом какой-либо точки на материке. Затем нужно еще учесть странное распределение суши на поверхности Земли.

Начнем с того, что попытаемся представить планету, разделенную на два полушария, одно из которых полностью покрыто сушей, а другое — водой. В таком случае каждому участку земли противостояла бы точка в океане.

Как ни странно, это почти верное описание нашей Земли. Если вы повернете глобус Тихим

океаном к себе, то увидите перед собой полушарие, почти целиком покрытое водой. Из материковой суши там будут Австралия, Антарктида, краешки Азии и Северной Америки. Учитывая, что почти вся суша Земли стиснута на одном полушарии, неудивительно, что материкам так редко противостоят материки в качестве антиподов.

Но почему большая часть суши уместилась в одном полушарии? Во-первых, возможно, права теория, представляющая первобытную Землю в виде планеты с одним громадным материком — Пангеей. Пангея раскололась, и ее фрагменты разделились, но даже за несколько миллиардов лет не успели разойтись настолько, чтобы оказаться в разных полушариях.

Но Южная Америка уплыла достаточно далеко, чтобы часть ее оказалась прямо напротив части Азии. Австралия и Антарктида тоже должны были оказаться друг напротив друга, но по странному стечению обстоятельств (совпадение ли это?) обе оказались антиподами нового океана, постепенно образовавшегося между разошедшимися частями Пангеи.

И все же, если это произошло в действительности, почему первоначально на Земле существовал лишь один материк? Что стало причиной этой странной асимметрии в развитии Земли? Честно говоря, я не знаю, так что предлагаю пока это не обсуждать.

Мне бы хотелось включить в эссе таблицу 27 — ничего подобного вы больше нигде не найдете (насколько мне известно). В ней собраны некоторые крупные города Земли, указаны их координаты и координаты их антиподных точек. Разумеется, я не мог внести в таблицу все города и приношу свои извинения жителям не упомянутых городов.

АНТИПОДНЫЕ ТОЧКИ

Город	Точка		Антиподная точка	
	широта	долгота	широта	долгота
Ленинград, СССР	59,9° с. ш.	30,3° в. д.	59,9° ю. ш.	149,7° з. д.
Москва, СССР	55,7° с. ш.	37,5° в. д.	55,7° ю. ш.	142,5° з. д.
Берлин, Германия	52,5° с. ш.	13,4° в. д.	52,5° ю. ш.	166,6° з. д.
Лондон, Англия	51,5° с. ш.	0°	51,5° ю. ш.	180°
Париж, Франция	48,8° с. ш.	2,3° в. д.	48,8° ю. ш.	177,7° з. д.
Будапешт, Венгрия	47,5° с. ш.	19,3° в. д.	47,5° ю. ш.	160,7° з. д.
Рим, Италия	41,9° с. ш.	12,5° в. д.	41,9° ю. ш.	167,5° з. д.
Чикаго, США	41,8° с. ш.	87,6° з. д.	41,8° ю. ш.	92,4° в. д.
Стамбул, Турция	41,0° с. ш.	29,0° в. д.	41,0° ю. ш.	151,0° з. д.
Нью-Йорк, США	40,5° с. ш.	73,5° з. д.	40,5° ю. ш.	106,5° в. д.
Мадрид, Испания	40,4° с. ш.	3,7° з. д.	40,4° ю. ш.	176,3° в. д.
Филадельфия, США	40,0° с. ш.	75,1° з. д.	40,0° ю. ш.	104,9° в. д.
Пекин, Китай	38,8° с. ш.	116,5° в. д.	38,8° ю. ш.	63,5° з. д.
Сеул, Корея	37,7° с. ш.	127,0° в. д.	37,7° ю. ш.	53,0° з. д.
Тегеран, Иран	35,7° с. ш.	51,4° в. д.	35,7° ю. ш.	128,6° з. д.
Токио, Япония	35,5° с. ш.	139,8° в. д.	35,5° ю. ш.	40,2° з. д.
Лос-Анджелес, США	34,0° с. ш.	118,2° з. д.	34,0° ю. ш.	61,8° в. д.
Шанхай, Китай	31,3° с. ш.	121,5° в. д.	31,3° ю. ш.	58,5° з. д.
Каир, Египет	30,5° с. ш.	31,3° в. д.	30,5° ю. ш.	148,7° з. д.
Кантон, Китай	23,1° с. ш.	113,3° в. д.	23,1° ю. ш.	66,7° з. д.
Калькутта, Индия	22,5° с. ш.	88,3° в. д.	22,5° ю. ш.	91,7° з. д.
Мехико, Мексика	19,5° с. ш.	99,1° з. д.	19,5° ю. ш.	80,9° в. д.
Бомбей, Индия	18,9° с. ш.	72,8° в. д.	18,9° ю. ш.	107,2° з. д.
Сайгон ¹ , Вьетнам	10,8° с. ш.	106,7° в. д.	10,8° ю. ш.	73,3° з. д.
Сингапур, Сингапур	1,3° с. ш.	103,8° в. д.	1,3° ю. ш.	76,2° з. д.
Джакарта, Индонезия	6,1° ю. ш.	10,9° в. д.	6,1° с. ш.	73,1° з. д.
Сидней, Австралия	33,9° ю. ш.	151,2° в. д.	33,9° с. ш.	28,8° з. д.
Буэнос-Айрес, Аргентина	34,6° ю. ш.	58,3° з. д.	34,6° с. ш.	121,7° в. д.

¹ Сейчас Хошимин. (Примеч. пер.)

Таблица закончена; вот вам несколько любопытных 'фактов касательно антиподных точек.

Антиподная точка Лондона находится на 180-м меридиане далеко на юге от экватора — примерно в 600 милях от Новой Зеландии. Ближайшая к антиподу Лондона суша представляет собой группу каменистых островов общей площадью не больше Манхэттена. Они принадлежат Новой Зеландии и расположены в 150 милях на северо-запад от антиподной точки Лондона. И как называются эти острова? Ну же, отгадайте!

Сдаётся? Это острова Антиподов.

Что касается Шанхая, что в Китае, то его антиподная точка приходится на границу между Уругваем и Аргентиной в 225 милях на север от Буэнос-Айреса. Я уверен, что это самая замечательная пара городов-антиподов (или почти антиподов), так как в Шанхае живет около 7 миллионов жителей, а в Буэнос-Айресе — около 3 миллионов. Это единственный случай, когда антиподами являются мегаполисы (см. главу 12). Антиподная точка Пекина находится всего в 80 милях от Баия-Бланка, Аргентина. Это еще более близкие антиподы, однако Баия-Бланка не мегаполис. Там проживает около 120 тысяч человек.

Не забудем и про антипод китайского Кантона, раз с него началось эссе. Это, конечно, не иллинойский Кантон, и вообще это место не в Северной Америке. Совсем наоборот, его антиподная точка находится на Южно-Американском континенте, там, где сходятся границы Аргентины, Чили и Боливии.

Антиподная точка Сиднея, Австралия, находится в Северной Атлантике примерно в 250 милях на юг от Азорских островов.

Антиподная точка Джакарты, Индонезия оказалась в колумбийских Андах примерно в 125 милях на север от Боготы. Антиподная точка Сингапура попала в Восточный Эквадор к истокам Амазонки.

И наконец, антиподная точка Сайгона находится в Центральном Перу, также у истоков Амазонки. Я говорю об этом для того, чтобы те, кому хватит Сайгона и всего, что с ним связано, точно знали, куда ехать, чтобы убраться от него как можно дальше.

И дайте мне знать, когда соберетесь. Может, я поеду с вами.

Глава 14

ВРЕМЯ НАШЕЙ ЖИЗНИ

Несколько лет назад мне выдалась возможность повидать моего приятеля, живущего далеко от меня. Я обычно сижу у себя, в Массачусетсе, а он в Калифорнии, и у нас трехчасовая разница во времени.

Глянув на часы, я увидел, что уже 9 утра, и решил тут же ему позвонить, чтобы застать его в полдень, пока он не успел куда-нибудь уйти пообедать. Он сразу же поднял трубку. Я был в своем обычном репертуаре, весь кипел энергией, но в нем чувствовалась какая-то скованность, что меня немного встревожило.

Наконец я сказал:

— Да что случилось, дружище?

И он (самый вежливый человек на свете) сказал:

— Ничего. Просто в шесть утра я редко бываю в ударе.

Увы, в спешке я прибавил три часа к бостонскому времени, вместо того чтобы вычесть.

На этом история не кончается.

Вскоре после этого случая я написал книгу об измерении времени и подумал, что будет забавно напечатать историю о моей оплошности на суперобложке, которую обычно отводят под разные мелочи вроде краткой биографии. Издатель согласился, однако решил, что такая ошибка едва ли сделает автору честь; и, не посоветовавшись со мной, перевернул все вверх ногами и написал, что не я, а кто-то другой позвонил *мне* в шесть утра.

Как вам это нравится: мало того что разбудил, так еще и оболгал! К счастью, имя моего друга не упоминалось, и теперь я постарался загладить свою вину. Да, всему причиной была моя глупость.

И вопреки признанию собственной некомпетентности, я все же рискну представить вам мои рассуждения о часовых поясах.

Полдень — главное время суток, потому что его можно установить однозначно. В полдень центр Солнца совпадает с линией небесного меридиана. (Небесный меридиан — это воображаемая линия, проходящая с севера на юг через зенит наблюдателя.)

Как можно судить по ощущениям, интервал от одного полудня до следующего остается одинаковым день за днем.

Если мы сделаем часы, стрелки которых будут поворачиваться с постоянной и надлежащей скоростью, то обнаружим, что наши ощущения, в общем, соответствуют истине. Если часы показывают 12, когда Солнце пересекает меридиан, то, когда Солнце снова пересечет меридиан, они вновь покажут 12 часов и так далее.

Или же они будут показывать *почти* 12 часов каждый полдень. Если завести часы так, чтобы они измеряли ровно 24 часа в сутки, то выяснится, что в течение года момент, в который Солнце пересекает меридиан, редко приходится ровно на полдень. Даже если постоянно подводить часы, чтобы они шли чуть медленнее или чуть быстрее, мы все равно не исправим погрешность. Но если часы идут с постоянной скоростью и если Земля вращается с постоянной скоростью, в чем же дело? Дело в астрономии. Если бы орбита Земли представляла собой идеальный круг и ее ось имела бы нулевой наклон, тогда полдень в каждый день года приходился бы ровно на 12 часов, измеряемые часами с постоянной скоростью. Но ведь орбита Земли имеет форму эллипса, и ось Земли наклонена (более чем на 23 градуса) к плоскости эклиптики — эти обстоятельства и вызывают погрешность.

Таким образом, если Солнце пересекает небесный меридиан, например, 20 декабря ровно в 12.00.00, то на следующий день оно пересечет меридиан чуть позже, через день еще позже, и так далее. К началу февраля момент пересечения Солнцем меридиана приходился бы на 12.16. После чего оно стало бы пересекать меридиан раньше, и 15 апреля это снова случилось бы в 12.00, а 15 мая — в 11.54. Но 20 июня — вновь в 12.00; 1 августа — в 12.06; 1 сентября — опять в 12.00, 5 ноября — в 11.44 и 20 декабря — снова в 12.00.

Понятно, что невозможно терпеть, когда Солнце и часы постоянно скользят друг мимо друга в монотонном и замысловатом танце, даже если в итоге среднее значение за год получается правильным.

Придется делать выбор из трех вариантов: 1) сверять время по Солнцу, игнорируя часы;

- 2) сверять время по часам, игнорируя Солнце;
- 3) припоровить скорость, с которой идут часы, к солнечным капризам и сверять время по обоим.

Но подумайте, как удобно определять время по часам с точностью до минуты и как трудно по Солнцу. Как сложно разработать механизм, который согласовал бы ход часов с движением Солнца. Поэтому становится понятно, почему, когда в середине XVII века были изобретены точные часы, выбор был сделан в пользу второго варианта, и на светило перестали обращать внимание.

Вместо настоящего Солнца, которое пересекает небесный меридиан когда ему вздумается, астрономы изобрели среднее Солнце, проходящее меридиан ровно в 12.00.00 каждый день года (время измеряется идеально точными часами).

Время, основанное на реальном прохождении настоящего Солнца через небесный меридиан, называется истинным солнечным временем. Время, основанное на движении среднего Солнца, называется средним солнечным временем.

Разность между средним временем и истинным временем в течение года выражается уравнением времени. Самый простой способ графически изобразить уравнение времени — представить кривоугольную восьмерку, которую можно увидеть на самых больших глобусах где-то в Тихом океане. Она называется аналеммой — образом годового пути Солнца. Если изучить ее повнимательнее, то можно высчитать разницу между истинным и средним временем для каждого дня в году.

Среднее время зависит от долготы. У всех, кто стоит на одной и той же линии, проходящей с севера на юг по поверхности Земли, над головой один и тот же небесный меридиан; для всех них среднее Солнце пересекает меридиан одновремен-

но. Если кто-то встанет восточнее, то его меридиан (пролегающий восточнее) Солнце пересечет раньше, поскольку оно движется с востока на запад. Среднее Солнце в его видимом движении с востока на запад (по мере вращения Земли вокруг Солнца с запада на восток) за 24 часа пересекает один за другим все меридианы.

Круг, проведенный вокруг Земли по экватору или по любой из линий, параллельных экватору (параллелей), содержит 360 градусов (360°). Если у Солнца уходит 24 часа, чтобы пройти все 360° , значит, на то, чтобы пройти 1° , требуется 4 минуты.

Так как в каждом градусе 60 дуговых минут ($60'$), и в каждой минуте 60 дуговых секунд ($60''$), то у Солнца уходит 4 секунды, чтобы пройти $1'$, и 0,067 секунды, чтобы пройти $1''$.

Давайте поглядим, что это значит на практике. Бостон находится примерно на широте $42^\circ 20'$ с. ш. На данной широте один градус, отмеренный по параллели, равен 51,3 мили. Одна дуговая минута равна 4515 футам, а одна дуговая секунда — 75 футам.

Мой бостонский дом стоит в 9,2 мили на запад от здания палаты представителей легислатуры штата, то есть примерно в 10,8 дуговой минуте. Представьте себе, что среднее Солнце как раз

¹ Как было бы удобно, если бы секунды и минуты были в пятнадцать раз короче, чем сейчас. Тогда Солицу требовалась бы 1 «короткая секунда», чтобы пройти $1''$, и 1 «короткая минута», чтобы пройти $1'$. Шестьдесят таких «коротких минут» составили бы «градус времени», за который Солнце прошло бы 1° . Пятнадцать градусов времени составили бы час, а двадцать четыре часа составили бы день. Однако ни один нормальный человек не согласится обречь себя на безумие перехода к новой временной шкале только ради того, чтобы земные меридианы идеально соответствовали земным часам и удовлетворялась моя склонность к симметрии и порядку. (Примеч. авт.)

пересекает меридиан у палаты представителей. Ему понадобится 43,2 секунды, чтобы пересечь 10,8 дуговой минуты между палатой и моим домом. Следовательно, когда в палате 12.00.00, то в моем доме лишь 11.59.16,8. А когда среднее Солнце добирается до меридиана, соответствующего моему дому, и у меня наступает полдень, то в палате представителей уже 12.00.43,2. Я привел вам пример того, что можно было бы назвать «индивидуальным средним временем».

Но можно пойти еще дальше. Мой дом — это не математическая точка. В самой широкой части он имеет около 60 футов в направлении с востока на запад, или 0,8 дуговой секунды. Это значит, что между тем местом, где я сплю, и тем местом, где я печатаю на машинке, существует разница во времени в одну двадцатую секунды. Пишущая машинка располагается на западе от моей кровати, так что, когда у пишущей машинки ровно 12.00.00,00, у кровати уже 12.00.00,05.

Конечно, нелепо тратить время на расчеты «индивидуального среднего времени». Если бы на куполе палаты представителей висели огромные башенные часы, которые были бы видны из моего окна, я без тени сомнения устанавливал бы по ним свои часы и плевал бы на разницу в 43 секунды. Чуть-чуть отстать от среднего Солнца или перегнать его — это пустяк в сравнении с удобством пользования точными часами.

• Кстати сказать, уже в середине XIX века стало обычным делом сверять личные часы с городскими часами на Ратуше или другом важном здании. Вместо индивидуального среднего времени появилось местное среднее время: среднее время, постоянное на территории какого-то населенного пункта. И если бы жителям соседнего города,

находящегося в 25 милях от вашего, пришло в голову установить местное среднее время таким образом, чтобы их часы на две минуты обгоняли ваши, что ж, они имели на это полное право.

Итак, в 1850 году те районы земного шара, где точное время уже стало частью культуры, представляли собой чудовищную мешанину разнообразных «местных времен».

Но к тому моменту многие страны уже покрылись стальной паутиной железных дорог, и впервые в истории человечества значительное число людей стало регулярно совершать сухопутные поездки. Чтобы обеспечить надежность и эффективность железнодорожного сообщения, поезда должны прибывать и уходить «вовремя». Если они опаздывают или спешат, то пассажиры вынуждены сидеть на вокзале в ожидании или, хуже того, явившись на станцию, смотреть вслед удаляющемуся поезду.

Железные дороги стали первым повседневным явлением цивилизации, которое наполнило содержанием бывшую метафору «минута в минуту». До тех пор ничто (кроме, может быть, астрономических наблюдений) не требовало от обычного человека скрупулезной точности во времени, и он мог ограничиться расплывчатыми указаниями вроде «лишь солнце перейдет зенит» или «во вторую стражу ночи, когда склонится Ковш над шпилем замка».

Итак, чтобы облегчить жизнь потенциальным пассажирам, железнодорожники начали издавать расписания поездов, и тут же оказалось, что для этого совершенно не годится местное среднее время. Местное среднее время отличалось во всех населенных пунктах, через которые проходила железная дорога, и любая попытка применить время

одного городка для другого (и наоборот) оканчивалась мучениями для всех участников. Появилась настоятельная необходимость установить среднее время, одинаковое на всем протяжении железных дорог.

К счастью для тех стран, где в середине и второй половине XIX века появились первые железные дороги, они имели относительно небольшую протяженность с востока на запад, и разница во времени между западным и восточным концами была не такая заметная.

Например, в Великобритании разница во времени между Лондоном и Глазго составляет 16 минут. Во Франции разница во времени между Страсбургом и Брестом — 45 минут. В Германии (имея в виду границы XIX века) разница во времени между Аахеном и Кенигсбергом составляла около 1 часа.

В этих странах была возможность ввести единое местное время для системы железных дорог и всех населенных пунктов страны, в которых среднее время отличалось бы от солнечного в худшем случае на несколько минут. Такое расхождение было микроскопически малой ценой за безусловные выгоды в результате.

(Хотя готов спорить, что, когда в какой-нибудь заштатный Нидершлаген, Помпомтерр или Суонсли пришел приказ перевести городские часы на семь минут вперед, чтобы привести их к государственному стандарту, дело не обошлось без громких протестов со стороны тех, кто выступал против «посягательств на Богом установленное время».)

Но не всем решение далось с легкостью, ибо были в XIX веке два государства, сочетавшие быстро растущую сеть железных дорог с громадной территорией, протянувшейся с востока на запад. Речь идет, разумеется, о Канаде и США. Разница

во времени между Портлендом в штате Мэн и Портлендом в штате Орегон составляет около 3 с половиной часов, а разница между Галифаксом и Ванкувером в Канаде — около 4 часов.

В связи с этим невозможно было установить местное время, единое для всей территории Канады и США, и до некоторых пор каждая железнодорожная система функционировала по собственным временным стандартам. В результате получилась страшная неразбериха.

Выход из сложившейся ситуации задним числом выглядит просто детским в своей простоте. Всего-навсего нужно было разделить страну на несколько зон и ввести в них стандартное местное время, чтобы разница между соседними зонами составляла один час.

Впервые эта мысль родилась у канадца Сэндфорда Флеминга и американца Чарльза Ф. Дауда. Я счел необходимым упомянуть их имена главным образом потому, что подобно многим благодетелям человечества наградой им стало полнейшее забвение.

Посмотрим, насколько эффективной оказалась зональная система. Начнем с нулевого меридиана, иначе называемого начальным или Гринвичским (поскольку он проходит через Гринвичскую обсерваторию в Лондоне), и предположим, что на нулевом меридиане ровно полдень.

Среднее Солнце проходит 15 градусов с востока на запад ровно за один час. Следовательно, через час оно добирается до 15° з. д., и, когда на нулевом меридиане полдень, на 15° з. д. 11 часов утра. На тех же основаниях делаем вывод, что на 30° з. д. 10 утра, на 45° з. д. 9 утра и так далее.

Возвратимся к нулевому меридиану. Очевидно, что среднему Солнцу нужен также один час, чтобы

добраться до него от меридиана на 15° восточнее. К тому времени, когда на 0° полдень, на 15° в. д. час дня, на 30° в. д. два часа дня и так далее.

Итак, можем составить таблицу 28, где долгота будет соотноситься со временем. Представим, что мы с математической точностью разделили поверхность Земли на двадцать четыре полосы (подобные долькам апельсина), чтобы по центру каждой проходил меридиан, указанный в таблице 28. Каждая полоса будет соответствовать стандартному часовому поясу, простираясь от $7,5^\circ$ на восток от меридиана до $7,5^\circ$ на запад. Таким образом, нулевой меридиан пройдет по центру часового пояса от $7,5^\circ$ з. д. до $7,5^\circ$ в. д.

Четыре таких стандартных часовых пояса пересекают сорок восемь смежных штатов США. Теоретически они имеют следующие координаты:

- 1) от $127,5^\circ$ з. д. до $112,5^\circ$ з. д., меридиан 120° з. д.
- 2) от $112,5^\circ$ з. д. до $97,5^\circ$ з. д., меридиан 105° з. д.
- 3) от $97,5^\circ$ з. д. до $82,5^\circ$ з. д., меридиан 90° з. д.
- 4) от $82,5^\circ$ з. д. до $67,5^\circ$ з. д., меридиан 75° з. д.

Вот названия поясов применительно к их географическому положению на территории США: 1) тихоокеанское стандартное время; 2) горное стандартное время; 3) центральное стандартное время; 4) восточное стандартное время. Безнадежно даже пытаться поменять эти названия, несмотря на их условность и зависимость от конкретной местности. В тот же часовой пояс, который охватывает восток США (и потому называется восточным), входит запад Южной Америки. Горный пояс, охватывающий Скалистые горы, в других местах простирается над океаном.

Возьмем часовые пояса в планетарном масштабе и попробуем определить их каким-то способом, не зависящим от конкретной местности. Определения должны иметь смысл для всей планеты.

Можно назвать каждый часовой пояс по его меридиану, например, вместо «восточного стандартного времени» говорить о «стандартном времени 75° з. д.» или «часовом поясе 75° з. д.». Неплохо, но не слишком красиво. Поскольку главная цель часовых поясов — стандартизировать обозначение времени, почему не называть каждый пояс по его времени.

Если начать с часового пояса, по центру которого проходит нулевой меридиан, и взять для удобства полдень, то можно назвать этот пояс двенадцатым.

Таблица 28

ЧАСОВЫЕ ПОЯСА

Меридиан	Время
180°	0 (24)
165° з. д.	1
150° з. д.	2
135° з. д.	3
120° з. д.	4
105° з. д.	5
90° з. д.	6
75° з. д.	7
60° з. д.	8
45° з. д.	9
30° з. д.	10
15° з. д.	11
0	12
15° в. д.	13
30° в. д.	14
45° в. д.	15
60° в. д.	16
75° в. д.	17
90° в. д.	18
105° в. д.	19
120° в. д.	20
135° в. д.	21
150° в. д.	22
165° в. д.	23
180° в. д.	24 (0)

Из таблицы 28 видно, что, когда на нулевом меридиане полдень, на 75° з. д. 7 часов. Поскольку через восточный стандартный часовой пояс проходит 75-й меридиан, то назовем его седьмым поясом. Аналогично, центральный стандартный часовой пояс — это шестой часовой пояс, горный стандартный — пятый пояс, а тихоокеанский стандартный — четвертый пояс.

Теперь любой, кто знает, на какой долготе находится, или сможет найти ее на карте, теоретически может определить свой часовой пояс; правда, без учета политических и экономических факторов.

Граница между седьмым и шестым часовыми поясами проходит по $82,5^{\circ}$ з. д., то есть посередине штатов Огайо и Джорджия.

Очень неудобно, если часть штата находится в одном часовом поясе, а другая часть в другом, если Кливленд находится в седьмом часовом поясе, а Цинциннати в шестом; или Саванна в седьмом часовом поясе, а Атланта в шестом; это неудобно и представляет большие трудности для правительственных и экономических структур штата.

Куда перевести стрелки часов — это полностью остается на усмотрение местных властей. Огайо и Джорджия решили согласовать свои часы с большими восточными городами, поэтому оба штата относятся в данное время к седьмому часовому поясу.

Или взять западную часть Техаса. Более половины штата находится в пятом поясе, а крупные города восточного Техаса: Даллас, Форт-Уорт, Хьюстон и Галвестон — в шестом. Техасские жители решили, что штат должен полностью относиться к шестому часовому поясу. (Хотя неофициально Эль-Пасо, расположенный на западном краю Техаса, относит себя к пятому поясу.)

Эти трудности, возникающие, когда часовые пояса приспособляются к придуманным человеком административным границам и экономическим факторам, встречаются по всему миру. Например, Восточная Бразилия с ее мегаполисами Рио-де-Жанейро и Сан-Паулу находится в девятом часовом поясе. Уругвай и большая часть Аргентины теоретически относятся к восьмому поясу, однако практические выгоды от унифицированного времени, единого для всего региона, столь велики, что Уругвай и Аргентина предпочли ввести у себя время девятого часового пояса. Даже Западная Аргентина, которая на самом деле расположена в седьмом часовом поясе, официально относится к девятому часовому поясу.

Великобритания полностью находится в двенадцатом поясе, тогда как Скандинавия и Центральная Европа — в тринадцатом. У Франции и Испании, вообще говоря, тот же часовой пояс, что и у Великобритании, но из соображений удобства транспортного сообщения с Центральной Европой без перевода часов Франция и Испания решили ввести у себя время, соответствующее тринадцатому часовому поясу.

Очень немногие страны в мире позволяют себе иметь больше одного часового пояса и переводить часы в пределах собственных границ. Они подвергают себя этому неудобству только в том случае, если их территория очень широко простирается с востока на запад, и разница во времени между регионами страны абсолютно неизбежна.

Рекордное количество часовых поясов в пределах одной административно-политической единицы — это 11 часовых поясов, делящих Советский

Союз. Западная граница СССР находится в четырнадцатом поясе, а восточная — в двадцать четвертом. Когда в Москве 2 часа дня, над Беринговым проливом полночь.

На основной территории США четыре часовых пояса, но вместе с Аляской и Гавайями поясов получается семь. В таблице 29 приведен список стран, имеющих более одного часового пояса, но предупреждаю — насчет Китая я не уверен. По моим картам, Маньчжурия находится в двадцать первом поясе, а остальной Китай (по заявлению тамошних властей) в двадцатом, хотя страна простирается с востока на запад через девятнадцатый, восемнадцатый и семнадцатый пояса. Я подозреваю, что на большей части Западного Китая люди сверяются с местным временем и не придают большого значения официальным стандартам.

Таблица 29

СТРАНЫ С НЕСКОЛЬКИМИ ЧАСОВЫМИ
ПОЯСАМИ

Страна	Количество часовых поясов
СССР	11
США	7
Канада	7
Мексика	3
Бразилия	3
Индонезия	3
Австралия	3
Пакистан	2
Конго	2
Китай	2

Есть и другие трудности. Некоторые страны предпочитают не делать категорический выбор между переводом времени на час вперед или час назад. Если они находятся в двух часовых поясах, то могут остановиться на получасовой отметке. Поэтому Иран, который частично находится в пятнадцатом поясе и частично в шестнадцатом, создал себе собственный часовой пояс — пятнадцатый с половиной. Иными словами, когда в Лондоне полдень, в Иране половина четвертого. Кроме Ирана, Афганистан находится в поясе 16,5, Индия в поясе 17,5, а Бирма в поясе 18,5.

Встречаются даже еще более странные вещи. Гайана, государство на северном побережье Южной Америки, находится в часовом поясе 8,25. Несколько участков суши официально вообще не относятся ни к какому часовому поясу. Это Монголия, Саудовская Аравия, Гренландия и Антарктида.

Некоторые осложнения возникают в связи с переходом на «летнее время» с целью экономии электроэнергии, но сейчас мы не будем останавливаться на этой теме. Также есть еще проблема демаркационной линии времени, о которой я буду говорить в следующей главе.

Итак, из уже сказанного вы можете понять, что часовые пояса, простые и равные по замыслу, из-за практических соображений начинают извиваться, как уж на сковороде (причем время от времени они меняются). Жаль, что я не могу описать каждый часовой пояс; мне просто не хватит слов. Но ради того, чтоб вас развлечь, я перечислю крупнейшие города каждого часового пояса в таблице 30.

КРУПНЕЙШИЕ ГОРОДА ЧАСОВЫХ ПОЯСОВ

Часовой пояс	Крупнейший город
1	Ном, Аляска
2	Гонолулу, США
3	Уайт-Хорс, Канада
4	Лос-Анджелес, США
5	Денвер, США
6	Чикаго, США
7	Нью-Йорк, США
8	Сантьяго, Чили
8,5	Сент-Джонс, Ньюфаундленд
9	Рио-де-Жанейро, Бразилия
10	Понта-Дельгада, Азорские острова
11	Рейкьявик, Исландия
12	Лондон, Англия
13	Париж, Франция
14	Москва, СССР
15	Стамбул, Турция
15,5	Тегеран, Иран
16	Свердловск, СССР
16,5	Кабул, Афганистан
17	Карачи, Пакистан
17,5	Бомбей, Индия
18	Новосибирск, СССР
18,5	Рангун, Бирма
19	Джакарта, Индонезия
19,5	Сингапур, Сингапур
20	Пекин, Китай
21	Токио, Япония
21,5	Аделаида, Австралия
22	Сидней, Австралия
23	Петропавловск-Камчатский, СССР
24	Крайстчерч, Новая Зеландия

Кроме того, чтобы выяснить все детали, я рекомендую вам внимательно изучить хорошую крупномасштабную разноцветную карту. Если вы хоть сколько-то похожи на меня, то, когда вы поднимете голову от карты, окажется, что ваше местное время непонятным образом передвинулось на несколько часов вперед, а работы еще невпроворот.

Но это не совсем бесполезное занятие. Например, теперь я отлично знаю, что нахожусь в седьмом часовом поясе, а мой друг — в четвертом; и, когда на моих часах девять утра, он еще спит.

Глава 15

ПУТЕШЕСТВИЯ НЕ ВО ВРЕМЕНИ

Мой отец воспитывался в самых строгих традициях и по сей день дословно цитирует невероятно длинные отрывки из Библии, да еще припоминает на каждый стих по несколько страниц талмудических комментариев. Поскольку все цитаты на иврите, на котором я знаю два-три слова, они не приносят мне никакой пользы, разве что я бессознательно усваиваю духовные наставления, прислушиваясь к торжественному звуку языка пророков и патриархов.

Однако что касается моего отца, то отрывки из Библии и Талмуда внушили ему высокие нравственные принципы, которые он в течение многих лет (с переменным успехом) старался передать и мне. Одним из плодов этого морального кодекса стала полная неспособность моего отца употреблять крепкие выражения. Даже в самых провоцирующих на сквернословие обстоятельствах я слышал от него только одну фразу, которая в

переводе буквально означает: «Восемнадцать черных лет!»

По-видимому, этими словами отец выражает пожелание, чтобы человек или предмет, к которому он обращается, восемнадцать лет подряд провел в несчастьях, но отец моей догадки не подтверждает, считая, что это неподобающая тема для разговора. Как-то раз я спросил его, почему именно восемнадцать лет; не будет ли достаточно семнадцати, но он удрученно отвернулся, уверенный, что я безнадежно погряз в распутстве.

Увы, самое печальное, что я перенял у него эту неудобную привычку не прибегать к забористому словцу. У меня такое ощущение, что даже «восемнадцать черных лет» звучит слишком грубо, и, когда меня по-настоящему заденут за живое, у меня обычно вырывается: «Да что ж такое!» или «Батюшки!». В порыве гнева я могу даже заорать: «Силы небесные!»

Кроме того, что порой я получаю в ответ сомнительные взгляды, эта привычка оказала на мою жизнь серьезное влияние. Если кто-то выказывает свое невежество в каком-то очень простом научном вопросе¹, то другой на моем месте мог бы отделаться парочкой ехидных замечаний и, облегчив таким манером душу, перейти к другим вещам. А я так не могу. Я неспособен дать волю чувствам в виде непечатной брани и вынужден сказать: «Ну, вы не совсем правы. Позвольте мне объяснить...»

Поэтому я вынужден вести ту жизнь, которую веду.

Приведу вам пример. Порой мне случалось выступать на сцене, когда кто-то из публики де-

¹ «Простой научный вопрос» — это вопрос, в котором я, по счастью, разбираюсь. (Примеч. авт.)

лал для себя открытие, состоявшее в том, что во время путешествия через Тихий океан из Токио в Сан-Франциско приходится переходить такое место, где «время возвращается на один день назад». Первооткрыватель принимает очень сосредоточенный вид, пока скрежещут жернова его интеллекта, и затем изрекает такую спогсшибательную мысль.

— Послушайте, — говорит он, — выходит, что если все время ездить вокруг света с запада на восток и каждый раз переводить время на день назад, то при достаточной скорости можно не стареть и жить вечно.

Тогда я принимаюсь искать подходящий ответ и, не найдя, вынужден сказать:

— Ну, вы не совсем правы. Позвольте мне объяснить...

Для начала попробуем все упростить, насколько возможно. Предположим, что нам удалось остановить время. Земля перестала вращаться и замерла в тот миг, когда Солнце пересекает меридиан над вашей головой: в точке, где вы находитесь, ровно полдень. Что касается дня недели, то пусть это будет (минутку, дайте-ка мне подбросить мою *семистороннюю монетку*)... вторник.

Прекрасно; значит, стоит полдень вторника, и Земля не вертится. Сейчас нам не важно, в какой точке мы находимся. Назовем ее «дома».

Поскольку мы остановили время, и Земля стоит на месте, то «дома» всегда будет полдень вторника. Можете странствовать сколько угодно, но, когда вы вернетесь назад, Солнце все так же будет стоять в зените, и у вас «дома» будет полдень

вторника. Таким образом, мы получаем возможность провести эксперимент, никуда не торопясь.

Положим, вы отправились в путь прямо на восток. По мере продвижения по искривленной поверхности Земли вам будет казаться, что Солнце перемещается на запад. Чем дальше вы будете уходить на восток, тем больше будет Солнце клониться к западу, пока, наконец, вы не уйдете так далеко, что Солнце опустится за западный горизонт.

Но мы остановили время: Солнце по условиям нашей воображаемой ситуации неподвижно стоит в зените над нашим «домом». Поэтому ход времени по мере нашего движения на восток — это иллюзия, родившаяся из нашей привычки к тому, что видимое движение Солнца на запад *обязательно* означает движение времени вперед.

Откуда взялась эта привычка? Давайте подумаем.

Исходная и основная концепция времени — психологическая; время — наше ощущение длительности, ощущение последовательности событий: нечто происходит сначала, *затем* происходит что-то еще, потом происходит кое-что новое и так далее.

Безусловно, на наше ощущение длительности очень влияет окружающая обстановка. Нам кажется, что скучная лекция тянется бесконечно долго. То же время, проведенное с очаровательной девушкой, пролетает слишком быстро.

Никто не может вам запретить принять свое ощущение длительности за абсолютный стандарт измерения времени. Когда вам кажется, что лекция слишком длинная, а свидание с девушкой,

наоборот, слишком короткое, с какой стати вы должны соглашаться с чужим мнением о том, что по продолжительности эти интервалы времени равны?

Увы, если большинство не на вашей стороне, придется с ним согласиться. Если мы хотим, чтобы в мире была возможна совместная работа, когда люди занимаются чем-то сообща, нам придется забыть об индивидуальном ощущении длительности и остановиться на среднем варианте, который устроил бы всех. Проблема в том, чтобы выбрать определенный цикл (который уже известен в течение долгого времени, поскольку происходит регулярно с постоянной скоростью) и взять его за общепринятую единицу измерения времени.

Когда первобытный человек впервые ощутил потребность в объективном измерении времени, в качестве основного такого стабильного цикла он получил неизменное и регулярное движение Солнца, ежедневно совершаемое от восточного горизонта к западному.

Естественно, реально Солнце не движется с востока на запад. Его видимым движением мы обязаны тому, что скорость вращения Земля вокруг своей оси отличается от скорости вращения Земли вокруг Солнца. Вдобавок ежедневная смена дня и ночи приемлема для измерения времени только потому, что скорость вращения Земли оказалась постоянной.

Все же нужно отметить, что скорость видимого движения Солнца с востока на запад постоянна *только в том случае, если положение наблюдателя на поверхности планеты не меняется относительно востока и запада.* (Наблюдатель может сколько угодно перемещаться на север или

юг, если мы не принимаем в расчет эффект от наклона земной оси — например, полярный день или полярную ночь.)

Когда наблюдатель отправляется на запад или восток, то к видимому движению Солнца с востока на запад, происходящему в результате вращения Земли, он прибавляет дополнительную величину, отражающую его собственное движение. А так как собственное движение наблюдателя неизбежно окажется неравномерным, то скорость движения Солнца по небу уже не будет постоянной относительно движущегося человека; следовательно, это движение не может считаться пригодным для измерения времени.

Конечно, не все так скверно. Обычные перемещения человека, например когда вы идете на почту или едете на работу, происходят на таких коротких расстояниях и малых скоростях в сравнении со скоростью вращения Земли, что можно пренебречь небольшой неравномерностью видимого движения Солнца. Вплоть до последнего времени эта неравномерность имела значение только в исключительных обстоятельствах.

Однако после Второй мировой войны в обиход человека вошли реактивные самолеты. То и дело мы стали совершать скоростные дальние перелеты. Результатом их стало то, что видимое движение Солнца по небу для пассажира реактивного самолета потеряло всякую связь с ощущением длительности или измерением времени со стороны того, кто остался на месте.

Поскольку путешественник всегда старается приспособить свою деятельность к положению Солнца (отчасти по привычке, отчасти из-за желания или необходимости синхронизировать свою деятельность с деятельностью жителей местности,

куда прибыл), то он пытается убедить себя, что наступило время ужина, так как Солнце склонилось к западному горизонту. А так как внутренние часы его организма показывают, что время ужина еще не пришло, то в результате происходит конфликт, и путешественник чувствует себя отвратительно. Так в нашем веке появилась новая болезнь — акклиматизация.

Конечно, способ определения времени по Солнцу не единственный. Когда дело доходит до измерения времени с точностью до минуты и более, нам приходится пользоваться дополнительными инструментами. Например, равномерным движением минутной стрелки на часах.

Часы не только показывают время с точностью до секунды (если не отстают и не спешат), но не зависят от нашего движения или перемены местонахождения, даже если реактивный самолет унесет нас на край света. Часы измеряют время близко к нашему ощущению длительности, где бы мы ни находились — дома на диване или в противоположном полушарии.

И все-таки по часам ли мы живем? Нет. Важнейший фактор — это необходимость синхронизации своих действий с действиями местных жителей, которые синхронизированы с движением Солнца. Если вы прилетите из Нью-Йорка в Лондон, то переведете свои часы так, чтобы они соответствовали положению Солнца на месте: вам никуда не деться от акклиматизации.

Вы только представьте себе, как было бы удобно, если бы человечество поселилось под землей и никогда не видело бы Солнца. Было бы проще простого (в принципе) ввести единую смену дня и ночи для всей планеты, чтобы полдень наступал везде одновременно. Тогда по подземно-

му миру можно было бы путешествовать быстро или медленно, на большие или малые расстояния, но никогда не иметь проблем с переводом часов и акклиматизацией, какие мы имеем на поверхности Земли.

Иными словами, наши проблемы со временем целиком связаны с тем, что мы живем на вращающемся шаре и привыкли сверять свою жизнь с относительным положением Солнца. Наши проблемы зиждутся на привычке и не имеют ничего общего с временем как физическим явлением.

Что бы мы ни делали с часами на поверхности Земли, мы действуем по устоявшимся воззрениям и никак не можем повлиять на неизменное течение физического времени.

Поэтому забудьте о путешествиях во времени. Тут их и близко нет. Забудьте о времени как физическом феномене. Дело не более чем в привычке к видимому движению Солнца: давайте подумаем, что делать с этой привычкой, чтобы не увязнуть в парадоксах и противоречиях.

Теперь вернемся «домой» в остановленный миг времени — полдень вторника — и отправимся оттуда на восток. Через каждые пятнадцать градусов наше время будет становиться на час позже (см. главу 14).

Через 15° пути на восток наступит час дня, через 30° уже будет 2 часа дня и так далее, пока мы не дойдем до полуночи, или нуля часов. Это случится, когда мы пройдем 180° на восток. С этой точки, пройдя половину кругосветного путешествия, мы начинаем возвращаться «домой», где

замерло время и по-прежнему стоит полдень вторника. Теперь мы идем прямо на запад. По мере нашего движения на запад Солнце «плывет» в небе на восток, и если мы уйдем на запад достаточно далеко, то увидим его над восточным горизонтом. Короче говоря, по мере нашего путешествия на запад время, основанное на движении Солнца, будет становиться все более ранним.

Через каждые 15° пути на запад время будет убавляться на час. Через 15° на запад наступит 11 утра вторника, через 30° на запад наступит 10 утра вторника и так далее, пока мы в нашем западном походе вокруг Земли не дойдем до полудня через 180° . Так мы завершим наше кругосветное путешествие вдоль нашей параллели и вернемся «домой».

До сих пор нам удавалось сохранять безупречную последовательность. Куда бы мы ни пошли, на восток или запад, через 180° мы окажемся в точке, противоположной «дому» на нашей параллели. (Если «дом», к примеру, в Бостоне, на $42,3^\circ$ с. ш. и $71,1^\circ$ з. д., тогда через 180° на восток или запад мы очутимся в монгольской глубинке в окрестностях городка Пайюнопо.) И куда бы мы ни пошли, на запад или восток, в противоположной точке через 180° неизменно будет стоять полночь.

Но подождите вздохнуть с облегчением, не все так гладко!

Остановимся подробнее на путешествии из «дома» на восток. Проходя один за другим 15 -градусные интервалы, мы каждый раз переводим часы на один час вперед, пока через 180° не доберемся до полуночи, которая заканчивает вторник и начинается среду. Назовем ее 0 часов со вторника на среду.

Однако если мы отправимся из «дома» на запад, то каждые 15° придется убавлять по часу,

пока через 180° мы не дойдем до полуночи, которая отделяет понедельник от вторника. Мы можем назвать ее 0 часов с понедельника на вторник.

Короче говоря, идем ли мы на восток или на запад, получается, что в любом случае через 180° наступает полночь, но они *разные*. Путешествуя на запад, мы приходим к 180-му меридиану на 24 часа *раньше*, чем пришли бы к нему, если бы отправились к нему на восток.

Данный парадокс вызван, позвольте повториться, не природой времени, а устоявшимися представлениями о времени, основанными на видимом движении Солнца. Это рукотворный парадокс! И он усугубляется, если мы продолжим путешествие и пройдем еще 15° на восток. Судя по Солнцу (которого не видно, так как оно находится с другой стороны Земли, но его положение можно рассчитать), у нас прибавится еще один час, и наступит 1 час ночи среды. Затем через 15° на восток наступит 2 часа ночи среды и так далее.

Наконец, когда мы пройдем еще 180° после полуночного 180-го меридиана (всего 360° на восток), мы совершим полный оборот вокруг Земли и вернемся «домой». К этому времени, по нашим расчетам, «дома» стоит полдень среды. Ведь, пройдя 360° на восток (и вернувшись «домой»), мы преодолели двадцать четыре 15-градусных интервала.

Но мы решили остановить время. Земля неподвижна, Солнце там же, где и было.

Теперь давайте представим, что мы пошли не на восток, а на запад. Тогда через каждые 15° нужно убавлять один час; и через 180° наступит полночь с понедельника на вторник. Затем через

15° на запад после 180-го меридиана наступит 11 вечера понедельника и так далее, пока мы не вернемся «домой», где, по нашим расчетам, будет полдень понедельника.

Вообразите себе «дома» трех человек. Один остается ждать на месте, второй идет на восток с постоянной скоростью, а третий идет на запад с такой же скоростью. Оба путешественника возвращаются «домой» в один и тот же момент. Тот, кто оставался дома, говорит: «У нас по-прежнему полдень вторника». Уходивший на восток утверждает: «У нас полдень среды». Уходивший на запад спорит: «У нас полдень понедельника»¹.

Если наши путешественники продолжают путь каждый в своем направлении с постоянной скоростью, они так и будут периодически встречаться «дома». Всякий раз в момент встречи уходивший на восток будет прибавлять день, а уходивший на запад станет вычитать день, а оставшийся «дома» будет настаивать на том, что день не изменился.

Надо сказать, ситуация не изменится при движении путешественников с различной или неравномерной скоростью (при условии, что один будет идти в восточном направлении, а другой — в западном).

Вы можете подумать, что если допустить вращение Земли и не останавливать обычный ход времени, то что-то в рассуждениях изменится. Ничуть! На вращающейся Земле время будет «идти» для всех троих, но к нему будут прибавляться сутки для восточного путешественника и вычитаться — для западного путешественника.

¹ По-моему, Эдгар Аллан По написал комический рассказ с подобным сюжетом. (Примеч. авт.)

Как вам такой парадокс? Повторяю еще раз, это парадокс человеческого ума, вызванный привычкой человека к времени, основанному на видимом движении Солнца. Чтобы его разрешить, надо немного поправить порядок.

Но как это сделать?

Допустим, мы зафиксировали время в одной точке Земли и будем отмерять от него часы, путешествуя на восток или запад от «дома», в зависимости от того, *какой путь короче*. По-прежнему считая, что время остановлено, мы покинем «дом» в полдень вторника и пройдем 90° на восток (это шесть участков по 15°). Пройдя шесть участков по 15° и прибавляя к нашему времени по часу за каждый, мы окажемся в конечном пункте в 6 часов вечера во вторник.

А покинув «дом» в полдень вторника, можно достичь того же пункта, пройдя 270° на запад (восемнадцать отрезков по 15°). Тогда в нашем пункте назначения, после того как мы переведем часы на 18 часов назад, будет 6 вечера понедельника.

В этом случае, поскольку 90-градусное путешествие короче 270-градусного, мы будем учитывать первый вариант, «назначив» 6 часов вечера во вторник независимо от направления движения. Теперь примем, что путь на восток является более коротким для всех точек вплоть до 180° на восток от «дома», а путь на запад считается более коротким для всех точек вплоть до 180° на запад от «дома». Тогда наш временной парадокс сосредоточится на 180-м меридиане независимо от направления путешествия.

Если вы двигаетесь в восточном направлении и остановитесь в одном шаге от пункта назначения 180° , то у вас будет 23.59 вторника. Если же вы идете в западном направлении и остановитесь

в одном шаге от пункта назначения 180° , то ваши часы должны будут показать 00.01 вторника. Далее, если путешественник продолжит путь на восток и перейдет 180° , ему придется отказаться от своих расчетов и пользоваться расчетами путешественника, двигавшегося на запад. Вместо того чтобы оказаться в нужном месте в 00.01 среды, как говорят ему собственные часы, он придет туда в 00.01 вторника, как показывают часы его оппонента. При переходе через 180° восточный путешественник переходит во времени на 24 часа — целые сутки! — назад.

Аналогичным образом западный путешественник, который пересечет 180° , по-прежнему двигаясь на запад, должен отвергнуть свои часы и поверить часам восточного путешественника. Вместо того чтобы оказаться в пункте назначения по своим часам в 23.59 понедельника, он обнаружит, что там уже 23.59 вторника, то есть совершен переход на сутки вперед.

На взгляд стороннего наблюдателя, скачок на сутки вперед или назад порождает неразрешимое противоречие. День либо теряется, либо приобретает. Вы становитесь на день «моложе» или на день «старше».

Чепуха! Трюк со 180 -м градусом придуман для того, чтобы *предотвратить* парадокс, из-за которого путешественник, идущий на восток, «перепрыгивает» на день вперед, а путешественник, направляющийся на запад, «отступает» на день назад.

Но надо помнить о возвращении «домой», тогда ситуация будет выглядеть следующим образом: восточный путешественник, передвигаясь далее на 1 час вперед с каждым пройденным 15 -градусным участком, к времени своего возвращения «домой» через 360° шаг за шагом перейдет на

24 часа вперед. Но при переходе ранее через 180-й градус он отступил на 24 часа назад; поэтому он вернется «домой» в полдень вторника.

Точно так же западный путешественник, отодвигаясь на 1 час назад с каждым пройденным 15-градусным отрезком, при возвращении «домой» вернется на сутки назад. Но ранее, при пересечении 180-го градуса, он перешел на 24 часа вперед. И он тоже вернется «домой» в полдень вторника.

По сути говоря, не важно, сколько раз и в каком направлении путешественник обойдет землю; всякий временной парадокс исключается, если при переходе через 180-й градус будет происходить скачок на сутки вперед или назад. Это верно и для вращающейся Земли, где время продолжает свой ход. Без скачка на сутки парадокс не был бы решен, и страшная неразбериха воцарилась бы в наш век скоростных перелетов.

Но если не установить один и тот же рубеж для всех, то мир будет ввергнут в хаос. В XIX веке было заключено международное соглашение по вопросу о долготе. Международная конференция, проходившая в 1884 году в Вашингтоне, должна была постановить, какой меридиан считать начальным.

Поскольку в то время на морях господствовала Великобритания, участником конференции показалось логичным, если нулевая долгота будет соответствовать меридиану, проходящему через Гринвичскую обсерваторию в Лондоне. Оттого этот меридиан еще называется Гринвичским.

Международный договор определял лишь способ установления координат на поверхности Земли. Он не имел отношения к измерению времени, и по данному вопросу не существует международных соглашений.

Но неофициально принято отсчитывать часы по времени, связанному с положением Солнца относительно Гринвича (время по Гринвичу). Нет никаких сомнений в том, что на будущих космических станциях и в будущих лунных колониях, где видимое положение Солнца не имеет никакого значения, измерять время будут именно по Гринвичу.

Тогда было бы разумно допустить, что наш «дом», где стоит полдень вторника, находится в Гринвиче, а 180-й градус соответствует 180-му меридиану, считая от Гринвичского. Раз Гринвич по определению находится на нулевой долготе (ни восточной, ни западной), то 180-й меридиан от него соответствует 180° долготы (ни восточной, ни западной) на любой карте или глобусе.

Следовательно, на 180° долготы путешественник переводит часы на сутки назад, если пересекает рубеж в восточном направлении; или на сутки вперед, если пересекает рубеж в западном направлении.

По чистой случайности это решение оказалось очень удачным. Причина, по которой Гринвичская обсерватория выбрана местом нулевого меридиана, не имеет никакого отношения к измерению времени, однако 180-й меридиан проходит, как нарочно, по самой середине Тихого океана, где скачок на сутки причиняет минимальные неудобства.

Совершенно немыслимо представить себе, что 180-й меридиан делит пополам территорию Соединенных Штатов или Советского Союза; ведь в таком случае страну пришлось бы разделить на две части, одна из которых на целые сутки обгоняла бы другую. Так удачно получилось, что 180-й меридиан почти по всей длине проходит по океанской глади, но все-таки отрезает восточную оконечность Сибири и разделяет несколько архипелагов. Поэтому линия перемены дат, при пересечении которой

совершается скачок на сутки, не по всей длине проходит вдоль 180-го меридиана. В некоторых местах она немного перемещается на восток или запад от 3 до 5 сотен миль, так чтобы Сибирь целиком находилась по одну сторону от линии вместе со всем Советским Союзом, а западные Алеутские острова — вместе с остальными Соединенными Штатами по другую сторону от линии. Южнее экватора она немного уходит на восток, чтобы несколько островов находились с той же стороны от линии, что и Австралия с Новой Зеландией.

Эта чуть неровная линия называется линией перемены дат или демаркационной линией времени, и ее признают все государства мира, хотя она никогда не была предметом официального международного договора.

Вот так! Сколько бы раз вы ни пересекали линию перемены дат, вам не грозят никакие парадоксы, и вам ни за что не удастся совершить путешествие во времени.

Умоляю, скажите мне, что вы все поняли, потому что все объяснения у меня закончились. Иначе нужные слова так и не нашлись!

Глава 16

12,369

Как-то раз, когда я еще учился в начальной школе, учитель английского языка задал нашему классу прочитать стихотворение Ли Ханга «Абу бен Адхем» и подумать над ним. Может быть, вы его помните.

Однажды человек по имени Абу бен Адхем пробудился от глубокого и мирного сна и увидел ангела, который составлял список тех людей, кто

возлюбил Бога. Конечно, бен Адхему захотелось узнать, попал ли он в список, и ангел сказал ему, что в списке его нет. Тогда он смиренно попросил, чтобы его включили хотя бы в список тех, кто возлюбил своего ближнего.

На следующую ночь ангел снова явился Абу бен Адхему и показал список с именами тех, кого Господь благословил, и — ах! — во главе списка стояло имя бен Адхема.

Я знал это стихотворение и прекрасно понимал, что учитель собирается обсуждать его в классе на следующий день. Нас ждали разглагольствования о том, что возлюбить Бога означает возлюбить людей и наоборот. Я был с этим согласен, но мне казалось, что тратить целый урок на рассуждения о такой самоочевидной вещи слишком скучно. Разве нельзя попробовать найти в этом очевидном до безобразия стихотворении какой-то другой, скрытый смысл?

На следующий день учитель английского, добродушно улыбаясь, спросил:

— Итак, дети, кто ответит мне, почему имя Абу бен Адхема оказалось во главе списка?

И тут меня осенило. Я яростно поднял руку и, когда учитель кивнул мне, приглашая к ответу, с невинной улыбкой сказал:

— Потому что оно первое по алфавиту, сэр!

Я, в общем, не ждал от него благодарности за новый свет, который пролил на стихотворение Ли Ханга, поэтому не удивился, когда он молча указал мне на дверь. Я вышел (дорога была мне знакома, потому что меня уже несколько раз выгоняли из класса за хулиганство), и обсуждение в классе продолжалось без меня.

Но, как я узнал позднее, фигура Абу бен Адхема потускнела, учитель переменял тему, и в конечном итоге победа осталась за мной.

Если прямолинейность этих стихов наводит на меня тоску, можете себе представить, в какое отчаяние подвергают меня те, кто полагает, что и вся Вселенная так же прямолинейна и очевидна.

А хуже всего мне становится, когда эта прямолинейность оказывается созвучна моим склонностям, которые я прячу в глубине души (это секрет). Некоторые люди, заметив простые и банальные взаимосвязи между числами или геометрическими фигурами, тут же предполагают, что вся Вселенная структурно организована только с той целью, чтобы подчеркнуть эти взаимосвязи. (И такие вещи всегда кажутся мне интересными, как бы я при этом ни был противен себе.)

Я думаю, в каждом обществе, стоящем на достаточной степени развития, чтобы изобрести арифметику, появлялись мистики, виновные в этих упрощенных взглядах, но самые яркие примеры из известных нам приходятся на долю древних греков.

Например, около 525 года до нашей эры Пифагор Самосский дергал за натянутые струны и слушал, какие при этом получаются звуки. Он заметил, что приятные для слуха сочетания звуков издают струны, чьи длины находятся в арифметическом отношении друг к другу: 1 к 2 или 3 к 4 или 5 (см. главу 10). Возможно, это заставило Пифагора и его последователей поверить, что физическим миром управляют взаимоотношения чисел, причем простые. Да, верно, что численные отношения играют во Вселенной определенную роль, но они далеко не всегда просты. Отношение массы протона к массе электрона имеет, по видимому, первостепенную важность, но оно составляет 1836,11. Почему именно 1836,11? Неизвестно.

Однако нельзя упрекать пифагорейцев за незнание современной физики. Давайте лучше почитаем ученику Пифагора Филолаю Тарентскому. Насколько известно, он был первым человеком в истории, который (около 80 года до нашей эры) предположил, что Земля движется в пространстве.

Попробуем проследить ход его мыслей. По представлениям древних греков, звездное небо вращалось вокруг Земли. Но семь особых небесных тел — Солнце, Луна, Меркурий, Венера, Марс, Юпитер и Сатурн — двигались независимо от неподвижных звезд и друг от друга. Как следствие, возникла гипотеза о том, что небеса состоят из восьми концентрических (и прозрачных) сфер, вращающихся вокруг Земли. К ближайшей сфере крепилась Луна, затем Меркурий, Венера, Солнце, Марс, Юпитер и, наконец, Сатурн. Восьмая внешняя сфера была обиталищем сонма звезд.

Филолая эта схема не удовлетворяла. Он предположил, что восемь сфер вращаются не вокруг Земли, а вокруг «срединного огня». Этот срединный огонь был невидим, но отражался в Солнце. Более того, сама Земля тоже крепилась к сфере, которая двигалась вокруг срединного огня. Вдобавок было *еще одно* небесное тело — «анти-Земля», всегда невидимая, ибо всегда оставалась с противоположной от Солнца стороны и крепилась к другой сфере, вращавшейся вокруг срединного огня.

Таким образом, система Филолая предусматривала 10 вращающихся сфер: восемь обычных плюс девятая для Земли и десятая для анти-Земли.

Как Филолай до этого додумался? Через два века после него Аристарх Самосский также пред-

положил, что Земля не стоит на месте, но он настаивал на том, что она вращается вокруг Солнца. В то время его идею сочли нелепой, но Аристарх составил схему движения небесных тел, воспринимаемых органами чувств. Зачем понадобилось Филолаю придумывать невидимый средний огонь и невидимую анти-Землю?

Скорее всего, дело в *количестве* сфер. Если Земля вращается вокруг Солнца, то нужно прибавить сферу для Земли и вычесть одну для неподвижного Солнца; в этом случае общее количество сфер равняется восьми. Если же Земля, Солнце и невидимая анти-Земля движутся вокруг невидимого центра, то получается десять сфер.

Почему ему понадобились именно десять сфер? Дело в том, что пифагорейцы считали число 10 особенным, поскольку $1 + 2 + 3 + 4 = 10$; а если порассуждать еще немного, то становилось ясно, что 10 — число идеальное. В таком случае, если мы утверждаем, что Вселенная совершенна и принцип совершенства Вселенной согласуется с пифагорейскими воззрениями, то Вселенная должна свидетельствовать об этом совершенстве, и общее число сфер может равняться только десяти.

К сожалению, при всей неопровержимости доводов, основанных на мистических свойствах чисел, их недостаток состоит в том, что не найдется даже двух человек, которые в одном явлении сумеют увидеть один и тот же скрытый смысл. Поэтому пифагорейские представления полетели в мусорную корзину и астрономы удовольствовались восемью сферами. А так как в дальнейшем звездная сфера стала считаться об-

щим фоном, то магической силой наделили семерку.

Аргументы в пользу того, что структура Вселенной основана на простых арифметических связях, не исчезли вместе с античными греками.

В 1610 году Галилей при помощи телескопа обнаружил, что вокруг Юпитера вращаются четыре небесных тела меньшего размера. Это означало, что всего небесных тел насчитывается одиннадцать (за исключением неподвижных звезд) и они вращаются вокруг Земли (согласно древнегреческой системе) или вокруг Солнца (как утверждала новомодная система Коперника).

Открытие Галилея вызвало бурю протестов, и доводы одного из оппонентов навечно запечатлены в истории человеческой глупости.

Этот высокообразованный субъект утверждал, что смотреть в телескоп — занятие бесполезное. Никаких небесных тел там быть не может, ибо вокруг Земли (или Солнца) могут вращаться только семь светил. Если же кто-то разглядит новые небесные светила, то дело в испорченном телескопе, потому что новых небесных светил там просто *не может* быть.

А откуда такая уверенность в том, что их там быть *не может*? Да очень просто! Поскольку в голове семь отверстий: два глаза, два уха, две ноздри и рот, то небесных тел должно быть тоже семь.

Как будто была необходимость таким образом организовать Вселенную, чтобы навечно зафиксировать в конструкции небес количество отверстий в человеческой голове. Словно Богу надо было пользоваться шпаргалкой, чтобы не забыть нужное число и не сотворить человека с «неправильным» количеством отверстий в голове. (Прости-

те, если мои слова покажутся вам кощунственными, я вовсе этого не хотел. Богохульствуют скорее те люди прошлого или настоящего, кто старается представить дело так, будто Бог — это малыш в детском саду, который играет с пронумерованными кубиками.)

Подобного рода глупости умирают долго. Пожалуй, они даже не умирают никогда.

Астрономы, согласившись с учением Коперника о том, что планеты вращаются вокруг Солнца, а не Земли, тем самым признали, что в Солнечной системе существуют небесные тела двух классов.

Во-первых, планеты, которые вращаются вокруг Солнца; их к 1655 году было открыто шесть: Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер и Сатурн. Во-вторых, спутники, которые вращаются вокруг одной из планет. К тому времени астрономы успели открыть пять спутников: нашу Луну и четыре спутника Юпитера, обнаруженные Галилеем (Ио, Европа, Ганимед и Каллисто).

Но в 1655 году голландский астроном Христиан Гюйгенс открыл спутник Сатурна, который называл Титаном. Получилось, что Солнечная система состоит из шести планет и шести спутников. Гюйгенс был первоклассным ученым, но это не защитило его от обаяния двух симметричных шестерок. Он объявил, что счет окончен. Больше небесных тел нет, открывать нечего.

Увы, в 1671 году итало-французский астроном Джованни Кассини открыл еще один спутник Сатурна и тем испортил всю красоту. Гюйгенс успел дожить до этого события. Между прочим, он успел дожить до того, как Кассини открыл еще три спутника Сатурна.

Еще был Иоганн Кеплер, который не довольствовался вычислением количества астрономических тел исходя из простой арифметики. Он пошел дальше и попытался рассчитать отношения между расстояниями от этих тел до Солнца по аналогии с простой геометрией.

Известны только пять правильных геометрических тел (равноугольных и равносторонних многогранников; куб — самое известное правильное геометрическое тело).

Почему не рассуждать следующим образом: правильные тела совершенны подобно тому, как совершенна Вселенная. Поскольку планет шесть, то можно говорить о пяти расстояниях между планетами. Кеплер попытался соотнести пять правильных геометрических тел с небесными, чтобы расстояния между шестью планетами находились в соответствующих отношениях. Кеплер потратил уйму времени, стараясь приспособить астрономию к геометрии, но потерпел неудачу. (Не сумев доказать свою гипотезу, Кеплер тут же от нее отказался, и это, словно лакмусовая бумажка, отлично характеризует его как ученого, а не какого-то умалишенного.)

Однако в последнюю неделю 1966 года я узнал о Кеплере нечто новое.

Мне довелось присутствовать на съезде Американской ассоциации содействия науке, где я слушал доклады по истории астрономии. В одном особенно интересном докладе среди прочего утверждалось, что, по убеждению Кеплера, в году должно быть не больше 360 дней. Земля вращается быстрее, чем должна была бы вращаться, из-за чего в году 365 дней с четвертью. (Если бы

сутки продолжались 24 часа 21 минуту, то в году было бы ровно 360 дней.)

Это ускоренное вращение Земли, по мнению Кеплера, передалось Луне, заставив ее вращаться вокруг Земли чуть быстрее, чем пужно. Очевидно, что Луна должна совершать оборот вокруг Земли ровно за $\frac{1}{12}$ часть года, то есть за $30\frac{2}{3}$ суток. Вместо этого она совершает оборот за $29\frac{1}{2}$ суток.

Как было бы удобно, если бы Земля совершала оборот вокруг Солнца за 360 суток по $24\frac{1}{3}$ часа (чтобы сутки состояли ровно из 24 часов, нужно было бы чуть удлинить часы и минуты). Ведь 360 — очень удобное число, оно делится на 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18, 20, 24, 30, 36, 40, 45, 60, 72, 90, 120 и 180. Ни одно другое число того же порядка нельзя разделить без остатка столькими способами.

А если бы каждый лунный месяц равнялся 30 суткам (по 24 часа с лишним), то в году было бы ровно 12 лунных месяцев. Число 12 кратно 2, 3, 4 и 6; а 30 кратно 2, 3, 5, 6, 10 и 15.

Дело не только в фокусах с числами. Имея 30 суток в лунном месяце и 12 лунных месяцев в году, можно было бы составить прекрасный в своей простоте календарь.

А что мы имеем вместо этого? Примерно 29 с половиной дней в лунном месяце, 365 с четвертью дней в году, 12 и три восьмых лунного месяца в году. И каков результат этой мешанины дробей? Почти пять тысяч лет канители с календарями, окончившиеся изобретением действующего календаря, ничуть не более удобного, чем все остальные.

На этом моя мысль могла бы и остановиться, но докладчик назвал количество лунных месяцев

в году в виде десятичной дроби. Он сказал: «Вместо 12 лунных месяцев в году мы имеем 12,369»¹.

У меня тут же глаза полезли на лоб от удивления. Да неужто? В году действительно 12,369 лунного месяца? У меня в мозгу закрутились догадки, и, когда доклад подошел к концу, я поднял руку, чтобы задать вопрос. Я спросил, не пытался ли Кеплер вывести из этого числа одно простое умозаключение. Нет, ответил докладчик, пожалуй, это было бы в его стиле, но он не стал этим заниматься.

Замечательно! Просто замечательно! Я получил возможность позабавиться и самостоятельно отыскать в числах мистические смыслы. Все знают, как я обожаю числа и запросто могу придумать целую Вселенную на основе первоклассной арифметики. Кроме того, я интересуюсь Библией, так почему мне не показать, что смысл Вселенной связан с некоторыми элементарными статистическими выкладками, которые можно выудить из Библии?

(Я не первый до этого додумался. Еще Исаак Ньютон неумоимо штудировал Библию, но не нашел ничего интересного, о чем стоило бы упомянуть; а шотландский математик Джон Непер, впервые вычисливший логарифмы, рассчитал и совершенно бесполезную систему для интерпретации Откровения.)

Итак, позвольте мне продолжить рассуждения Кеплера. Предположим, что конечная цель вращения Земли вокруг своей оси, вращения Луны

¹ На самом деле, по-моему, это не совсем верно. По моим подсчетам, количество лунных месяцев в году скорее 12,368. Еще точнее, их 12,36827. Но не будем портить мое эссе. (Примеч. авт.)

вокруг Земли, совместного вращения Луны и Земли вокруг Солнца состоит в том, чтобы продемонстрировать человечеству аккуратные столбики чисел и совершенный календарь.

Что же пошло не так? Конечно, Бог знал, что делает, и не совершил бы ошибки по недосмотру. Если в году больше 360 дней, для этого должна быть причина, и причина вполне определенная. Это превышение можно превратить в нечто значимое, представляющее собой наставление для человечества, данное с той очевидностью, которую так любят мистики, когда размышляют о божественных качествах.

Итак, в году 365 суток с четвертью, поэтому излишек (считая правильным количеством 360 суток) составляет пять с четвертью суток или в десятиричной форме 5,25. Вы должны признать, что 5,25 — это число со смыслом, поскольку 25 является квадратом 5.

Попробуем рассуждать подобно оккультисту. Может ли число 5,25 быть простым совпадением? Конечно нет. Оно должно иметь значение, которое должно содержаться в Библии. (Ведь Бог — это центр, вокруг которого вращается Библия, подобно тому как Солнце является центром, вокруг которого вращается Земля. Разве может быть что-то естественнее, чем искать в Библии детальные указания на причины вращения Земли?)

Ветхий Завет традиционно делится на три части: Закон, Пророки и Писания. Все они святы и боговдохновенны, но Закон — самая священная часть, и она состоит из Пятикнижия, пяти первых книг Библии: Бытия, Исхода, Левита, Чисел и Второзакония.

Почему число дней в году отличается от «правильного» на пять дней? Разумеется, чтобы за-

печатлеть пять книг Закона в самом движении Земли. А откуда еще хвостик в четверть дня? Ну как же — чтобы излишек составил не просто 5, но 5,25. Квадрат пятерки нужен для того, чтобы сильнее выделить ее и продемонстрировать, что Закон не просто свят, но особенно свят.

Правда, тут есть один подвох. По-настоящему год продолжается не ровно 365,25 суток. Он чуть-чуть короче: 365,2422 суток. (Точнее, 365,242197, но 365,2422 достаточно близкое значение.)

Значит ли это, что все мои умопостроения рушатся? Если вы так думаете, то не представляете, как работает мысль оккультиста. Библия так велика и сложна, что практически любое вообразимое число можно объяснить через какой-нибудь пассаж из Библии. Варианты толкований ограничены только возможностями человеческой находчивости.

К примеру, возьмем число 365,2422. Цифры справа от запятой можно разъединить на 24 и 22, их среднее арифметическое — 23. Что же означает число 23?

Мы установили, что пятерка означает Пятикнижие. Еще остались Пророки и Писания. Столько всего осталось книг? 34¹.

¹ По крайней мере, в еврейской и протестантской Библии. Католическая версия включает еще 8 дополнительных книг, которые протестанты и евреи считают апокрифами. (Примеч. авт.)

Одни конфессии в современном христовстве включают в Ветхий Завет 39 книг (протестантизм), другие — 47 (католицизм), третьи — 50 (православие). Поэтому полное количество книг в Библии с учетом 27 книг Нового Завета в разных конфессиях разное: 66, 74 и 77. (Примеч. пер.)

Кажется, это нам ничего не дает, но погодите. Двенадцать книг — это сравнительно небольшие писания «малых пророков»: Осия, Иоиль, Амос, Авдий, Иона, Михей, Наум, Аввакум, Софония, Аггей, Захария и Малахия. Для удобства они часто объединялись в один свиток, который назывался Книгой Двенадцати.

Кстати говоря, в апокрифической Книге премудрости Иисуса, сына Сирахова (католиками признающейся канонической) автор, писавший около 180 года до нашей эры, перечисляет великих людей библейской истории. Упомянув отдельно о каждом пророке, он сваливает малых пророков в одну кучу.

Сирах, 49: 10: «и двенадцать малых пророков — да процветут кости их от места своего!»¹

Итак, если двенадцать малых пророков объединялись в одну книгу — это было самым обычным делом, сколько же книг получается в Пророках и Писаниях, вместе взятых, по подсчетам евреев и протестантов? Конечно, 23.

Следовательно, о количестве дней в году (365,2422) можно сказать, что 360 дней — это «правильное» количество, 5 лишних дней означают Закон, а 0,2224 представляют Пророков и Писания. Дни года, таким образом, становятся памятником Ветхому Завету.

Теперь мы подошли к количеству лунных месяцев в году — 12,369, что тоже привлекло мое внимание.

Если количество дней в году символизирует Ветхий Завет, то, безусловно, количество лунных месяцев в году должно символизировать Новый

¹ В синодальной Библии этот стих соответствует 49: 12.

Завет. Любой оккультист вам подтвердит, что это совершенно очевидно.

Итак, что мы можем сказать об основном отличии Ветхого Завета от Нового? Возможно следующее объяснение: в Ветхом Завете Бог предстает как единое лицо, тогда как в Новом Завете он уже является в триедином виде, в виде Троицы. Следовательно, если это верно и количество лунных месяцев в году должно символизировать Новый Завет, то оно должно обязательно иметь отношение к числу 3.

Внимательно посмотрев на число 12,369, мы увидим, что оно кратно 3. Ура! Мы на верном пути, это понятно даже дураку (конечно, при условии, что он действительно дурак).

Итак, разделим 12,369 на 3. Получится 4,123. Это явно многозначительное число, оно включает в себя первых четыре целых числа.

Какова же связь между первыми четырьмя целыми числами и Новым Заветом? Ответ очевиден и сразу приходит на ум.

Разумеется, речь идет о четырех Евангелиях! Четырех отдельных биографиях Иисуса Христа, написанных евангелистами Матфеем, Марком, Лукой и Иоанном.

Известно, что первые три Евангелия — от Матфея, Марка и Луки — в основном излагают общую точку зрения на Христа. Многие эпизоды совпадают, и канва событий практически совпадает во всех трех. Это «синоптические» Евангелия (слово «синоптические» означает «глядящие одним глазом»). Первое, второе и третье Евангелия смотрят на Иисуса, так сказать, одними и теми же глазами.

Четвертое Евангелие — от Иоанна — довольно сильно отличается от трех остальных; отличается даже в основных моментах.

Следовательно, если мы хотим, чтобы количество лунных месяцев в году символизировало Евангелия, разве не следовало бы объединить числа 1, 2 и 3, а 4 поставить особняком? Разве не это мы видим в числе 4,123?

Если у вас еще оставались сомнения, неужели вы теперь не убедились, что мы на правильном пути?

Тогда о количестве лунных месяцев в году — 12,369 можно сказать, что число 12 представляет Евангелие от Иоанна (трижды четыре в честь Троицы), а 0,369 представляют синоптические Евангелия (трижды 0,123).

Но почему четвертое Евангелие стоит первым? Почему количество лунных месяцев в году, деленное на три, не 123,4, а 4,123?

Это хороший и обоснованный вопрос, и на него у меня есть ответ. Если центральным фактом Нового Завета является понятие Троицы, то, спрашивается, каким образом тема Троицы рассматривается в разных Евангелиях?

Первое свидетельство о существовании всех трех ипостасей Божества появляется во время крещения Иисуса Иоанном Крестителем (разумеется, это не тот Иоанн, который написал четвертое Евангелие). У Марка (в старейшем Евангелии) эпизод с крещением описан следующим образом:

Марк, 1: 10–11: «И... увидел (Иисус) разверзающиеся небеса и Духа, как голубя, сходящего на Него. И глас был с небес: Ты Сын Мой возлюбленный, в Котором Мое благоволение»¹.

¹ По католической и православной традиции считается, что Иоанн был свидетелем снисхождения Духа Святого, то есть текст читается как: «И когда выходил (Иисус) из воды, тотчас увидел (Иоанн) разверзающиеся небеса и Духа, как голубя, сходящего на Него». (Примеч. пер.)

Здесь Отец, Сын и Святой Дух представлены одновременно. Однако ничто в этом рассказе не дает нам твердых оснований думать, что это явление было очевидно для всех, кроме Троицы. Ничто не дает нам оснований предполагать, что Иоанн Креститель (если мы берем только Евангелие от Марка), который присутствовал при этом, также осознал снисхождение Святого Духа или услышал глас с небес.

Такой же случай описывается и в Евангелии от Матфея (3: 16–17) и в Евангелии от Луки (3: 22). Ни Матфей, ни Лука не утверждали, что кто-либо, кроме самой Троицы, сознавал смысл происходящего.

Однако в четвертом Евангелии от Иоанна эпизод снисхождения Святого Духа описывается от имени самого Иоанна Крестителя.

Иоанн, 1: 32: «И свидетельствовал Иоанн, говоря: я видел Духа, сходящего с небес, как голубя, и пребывающего на Нем».

Поскольку в четвертом Евангелии первое проявление Троицы описывается как очевидное человеку, чего нет в первом, втором и третьем Евангелиях, тогда очевидно, что число лунных месяцев *обязано* быть 4,123, а не 123,4.

У кого еще могут оставаться сомнения?

Напоследок позвольте мне подчеркнуть то, что (льщу себя надеждой) и без того очевидно. Я просто играю с числами. То, что я нагородил здесь о количестве дней и месяцев в году, — это чистая выдумка. Я отношусь к ней не более серьезно, чем к давней идее, что список с именем Абу бен Адхема составлен в алфавитном порядке.

Однако я нисколько бы не удивился, если бы некоторые читатели поддались соблазну подумать, что в этой чепухе есть рациональное зерно. Возможно, они решат, что я (сам того не подозревая) случайно наткнулся на великую истину, даже если мне кажется, что я играю в глупые игры.

А еще я думаю, что некоторые люди (может быть, те же самые) скажут: «Знаете, готов спорить, что имя Абу бен Адхема стояло в начале списка, потому что ангел *действительно* составил его в алфавитном порядке».

Часть третья

Я

Глава 17

ПОРТРЕТ ПИСАТЕЛЯ В ДЕТСТВЕ

Конечно, мне приходит гораздо меньше писем от поклонников, чем Битлам, но все-таки довольно много; рад сказать, что большинство из них очень приятно читать.

Однако некоторые вызывают у меня досаду. Дело в том, что хотя я изо всех сил стремлюсь оказать любезность тем, кто не пожалел времени и написал мне, порой это не в моих силах. Типичный случай, когда мне приходит письмо от школьника, который сообщает, что готовит научный проект по изучению Солнечной системы; в связи с этим он просит прислать ему все, что я когда-либо написал о Солнечной системе, а также все остальные материалы, которые у меня найдутся.

Все эти письма обязательно сопровождает торопливая приписка: «Пожалуйста, ответьте как можно скорее, потому что проект нужно сдать 15-го числа». Но письмо, пересылаемое мне издательством, попадает в мой почтовый ящик шестнадцатого.

Если за неделю не приходит хотя бы два-три таких письма, то, значит, в школе начались каникулы.

Еще больше меня раздражает, когда просьба, с которой ко мне обращаются, требует от меня слишком больших усилий, которые я не готов приложить. У меня, кстати, создается впечатление, что все больше подростков, выполняя курсовые задания по английской литературе, решают написать критический обзор трудов вашего покорного слуги (то есть *меня*, поясняя тем, кто не узнал меня по этому описанию).

Это очень приятно и тешит мое самолюбие, но что мне делать, когда меня бомбардируют такими вопросами: как вы стали писателем? Какие писатели оказали на вас влияние? Какие книги вы любите читать? В чем вы видите значение научной фантастики для общества?

И каждому пылкому искателю знаний я должен написать, что не могу с надлежащим тщанием ответить на все его вопросы, поскольку в таком случае у меня не будет времени писать что-то, кроме писем, тогда будущие пылкие искатели знаний останутся без нового материала для работы.

Но вдруг мне пришла в голову здравая мысль: если у меня есть возможность издавать свои сочинения оптом, то никто не мешает мне посвятить последнюю главу книги ответам на все эти вопросы. Учитывая мою скромность и неприязнительность, мне очень трудно говорить о самом себе, но я постараюсь справиться.

1. Как вы стали писателем, доктор Азимов?

Боюсь, ответ затерялся в туманных преданиях старины. Во всяком случае, насколько я себя помню, я всегда сочинял истории.

Правда, я могу довольно точно назвать момент, когда я впервые подумал о себе как о писателе. Это

случилось осенью 1931 года, когда мне было одиннадцать лет и я поступил в девятый класс.

В то время я страстно увлекался фантастикой по причинам, которые опишу ниже. Также я был преданным поклонником книжных «сериалов», из выпуска в выпуск описывавших приключения одной и той же компании мальчишек.

К сожалению, этому поклонению кое-чего не доставало — объекта. На полках в публичной библиотеке не встретишь «Бродяг», «Тома Свифта», «Дервеллских приятелей» и прочих подобного рода сочинений. А чтобы покупать их, мне не хватало денег. Да и друзья не спешили дать мне почитать свои книжки; тем более что стоило моему отцу найти у меня эдакое чтиво, как он тут же реквизирует его. (Отец предъявлял высокие требования к литературе.) Вследствие этого я мог предоставить своим алчущим глазам не больше двух-трех книжек, которые зачитал до дыр (при соблюдении полной тайны).

Вдруг в один прекрасный день на меня снизошло озарение: ведь я могу восполнить эту страшную нехватку материала для чтения, написав собственную книгу. Я вечно сочинял какие-то истории, так почему бы не направить свои способности в русло литературного подражания и не поверить их бумаге?

Средства позволяли мне купить пятицентовую тетрадку (в то время тетрадки стоили пять центов); ручка у меня уже была; что мне еще было нужно? Только время. Тем же вечером я устроился в уголке на кухне и стал записывать повесть, которую озаглавил «Гринвильские приятели в колледже».

В первом порыве вдохновения я написал полторы главы. Действие происходило в колледже

маленького городка. Можете сами представить себе, насколько хорошо разбирался в маленьких городках и колледжах одиннадцатилетний отпрыск бруклинских трущоб, но тогда мне еще не говорили, что надо писать только о том, в чем разбираешься. (Откровенно говоря, я до сих пор не научился следовать этому элементарному правилу писательского поведения и в результате сочинил десятки длиннющих романов о дальних пределах Галактики, хотя с этими областями я никогда реально не сталкивался.)

Закончив полторы главы, я почувствовал, как меня охватывает странная экзальтация. Как оказалось, у меня случился первый приступ тяжелого заболевания, которое я зову литературным безумием; самым серьезным его симптомом является непреодолимое желание рассказать кому-то о замечательном романе, который сочиняешь.

На следующий день в обеденное время я поймал своего лучшего школьного приятеля.

— Слушай, я хочу тебе рассказать про историю, которую сочиняю, — сказал я.

— Что? — спросил он, обернувшись ко мне без особого интереса.

— Ну, слушай же, — упрямо сказал я и стал пересказывать ему историю теми же великолепными словами, которые поведал бумаге, поскольку они, естественно, накрепко врезались мне в память.

Мало-помалу по мере моего рассказа его взгляд становился все более внимательным, пока его лицо не приобрело выражение почти мучительного интереса, когда я добрался до того места, где отложил ручку, и должен был остановиться.

— А что было дальше? — спросил он.

— Пока не знаю, — ответил я.

Он схватил меня за руку.

— Дай почитать книжку, когда дочитаешь, чур, я первый, ладно? Никому не давай ее до меня!

— Ладно, — смущенно буркнул я и побрел прочь; волнение теснило мою грудь.

Он явно пропустил мимо ушей мои слова о том, что книжку пишу я сам. Он решил, что я читаю напечатанную книгу, написанную настоящим писателем, и она показалась ему такой увлекательной, что он тоже захотел ее прочитать.

В тот момент я осознал себя писателем: мне удалось заинтересовать потенциального читателя, и я понял, что никакое другое поприще меня не привлекает. И никогда в последующие годы не сомневался в своем писательском призвании. Когда я через восемь глав бросил «Гринвильских приятелей», то только ради того, чтобы приступить за новую историю.

Следующей вехой на моем творческом пути стал 1934 год, когда я перешел в среднюю школу. Отец, наблюдая за тем, как я строчу, и имея врожденное уважение европейца к образованию и литературному таланту (даже сомнительному), решил, что мне нужна пишущая машинка. Единственная трудность состояла в том, что в то время пишущая машинка относилась к покупкам того же уровня, как норковые шубы или яхты: мы не могли ее себе позволить.

Не знаю, сколько пришлось копить моему отцу, но в конце концов он напал на добрый старый «Ундервуд № 5», который отлично работал и стоил десять долларов.

Но не только пишущей машинкой я обязан отцу. Он сделал гигантский шаг вперед, настояв на том, чтобы я научился как следует печатать. Как-то через несколько дней он подошел ко мне, когда я сидел за машинкой. С минуту он глядел на меня с

отеческой добротой, как вдруг заметил, что я отыскиваю с трудом букву за буквой на клавиатуре и, отыскав, ударяю по клавише негнущимся пальцем.

— Я видел, как печатают на машинке всеми десятью пальцами, как будто на пианино играют, — сказал он.

— Я не знаю, как это делается, папа, — отозвался я.

Тогда он положил руку на машинку и сказал:

— Хорошо, тогда пойди и узнай. Если я еще раз увижу, как ты тыркаешь одним пальцем, я заберу у тебя машинку.

Поскольку я давно уже знал, что необоснованность требований моего отца превосходило только его упрямство, я даже не пытался возразить. Я нашел одну молодую женщину, которая умела печатать, и она показала, какие пальцы соответствуют каждой клавише. После чего, печатая по несколько часов в день, я скоро всему научился. Сначала я научился печатать разборчиво, потом быстро. Наконец, моя скорость достигла семидесяти ударов в минуту, а теперь, когда машинка у меня электрическая, я недавно засек время и узнал, что печатаю со скоростью девяносто ударов в минуту.

Однако я не забыл этот урок. Мой сын, унаследовав от меня склонность к печатанию, с раннего детства интересовался моей машинкой. Естественно, ему не позволяли к ней прикасаться, но, когда ему исполнилось двенадцать, я подарил ему машинку и, в меру способностей подражая высокопарному талмудическому тону моего отца (мне не хватает его врожденного достоинства, присущего европейскому патриарху), сказал сыну, что заберу ее, если он будет печатать одним пальцем, после чего показал ему, как печатать десятью. Теперь он тоже умеет печатать.

2. *Очень интересно, доктор Азимов, но что заставило вас приняться за научную фантастику?*

Ах, ну да. Во времена моего детства у моего отца был кондитерский магазинчик, к которому прилагалась стойка с газетами и журналами. Журнальная стойка ломилась от самых восхитительных историй, какие только можно себе вообразить. Это были «Тень», «Том Сэвидж», «Детективные рассказы», «Сокровищница» — даже сегодня при мысли о них у меня текут слюнки.

Но все журналы от первого до последнего находились под строгим отцовским запретом. «Да не вкусишь ты плода от журнальной стойки», — раздался с небес громовой глас, и в возрасте шести лет мне вручили библиотечную карточку со словами, что вместо комиксов я теперь могу беспрепятственно пользоваться учеными книжками.

Ладно, библиотека все-таки лучше, чем ничего, и я, лихорадочно блестя очками, ринулся в библиотечные глубины. Однако мои очки с неослабным вожделением влекло в сторону стойки с комиксами.

И вот в 1929 году наступил день, когда на журнальной стойке появился номер «Удивительных научных историй» и привлек мое внимание. Когда отец задремал после обеда, я стянул один экземпляр (моя милая мамочка всегда мне потакала) и раскрыл страницы. Звездолеты, монстры, лучевые пушки — бог ты мой! Я положил журнал обратно и стал дожидаться возвращения отца.

Наконец он вернулся. Я показал на журнал и спросил:

— Папа, можно мне почитать журнал о науке?

Отец с сомнением поглядел на выпуск «Научных историй». Он еще не очень хорошо говорил

по-английски, но на обложке красовался футуристического вида самолет, который смотрелся весьма поучительно; к тому же нельзя было отрицать, что в заголовке действительно присутствовало слово «научные». И тогда он сказал:

— Хорошо.

Вот как я начал читать фантастику.

Естественно, что чем дальше, тем больше я увлекался фантастикой и, наконец, ощутил настоятельную потребность охватить своей писательской деятельностью более творческие области литературы.

После того как мне купили пишущую машинку и сочинение стало менее трудоемким процессом, я решил осуществить свои честолюбивые планы и сочинить фантастическую повесть. Я помню, как (чтобы сэкономить бумагу) печатал с одинарным интервалом на обеих сторонах листа без полей. По моим подсчетам, я написал шестьдесят тысяч слов, прежде чем окончательно выбился из сил.

В этой фантастической повести (название ее давно забыто) хаотически рассказывалось о том, как товарищество из семи человек сражалось против наводящих ужас сил тьмы. Я следовал за ними, пока они расставались и воссоединялись, поддерживал их в борьбе против гоблиньских орд, магов и враждебных им сверхъестественных сил.

Я почти не вспоминал об этом своем первом сочинении до прошлого года, когда наткнулся на трилогию Толкиена «Властелин колец» и прочел ее. К своей досаде, я понял, что еще тридцать лет назад пытался опередить Толкиена. Да что уж теперь...

В 1936 году я перешел на второй курс колледжа и почувствовал, что уже достаточно стал разбираться в науке, чтобы взяться непосредственно за научную фантастику. После чего я приступил к

написанию нескончаемого романа, сюжет и название которого моя память не сохранила. На него я тоже потратил несколько десятков тысяч слов.

Только в конце 1937 года, через шесть лет после того, как я стал писателем, на меня снизошло ослепительное озарение. Почему я взялся за романы? Почему, ради бога, бесконечные романы, которые в конце концов мне надоедало писать? Почему не короткие рассказы, которые я успею закончить, пока тема мне не наскучила? Да уж, ничего не скажешь; выдающийся интеллект, которому понадобилось шесть лет, чтобы додуматься до такой простой мысли.

Сказано — сделано. В мае 1937 года я сел за первый рассказ. Конечно же научно-фантастический, я назвал его «Космический штопор». В нем я разрабатывал идею о том, что время имеет форму спирали, и при определенных обстоятельствах появляется возможность перескочить с одного витка этой спирали на другой. С каждым витком время переходило на столетие, поэтому можно было перебраться на сто, двести или триста лет в будущее или прошлое, но только не на 125 или 263. В общем, я квантовал путешествия во времени.

Сам же сюжет заключался в следующем. Некий человек перебрался на сто лет вперед и обнаружил, что на Земле не осталось ничего живого, хотя не было никаких признаков того, что некая сила нарушила мир и спокойствие, царившие на Земле совсем недавно. Ничто не объясняло катастрофу и не указывало на ее причины, и герой не знал способа вернуться хотя бы на несколько дней назад и понять, что произошло.

Еще я помню, что вскользь упомянул в рассказе мост Веррацано между Бруклином и Стейтен-Айлендом, хотя дал ему другое имя. У меня он

назывался мостом Рузвельта. Что ж, и на солнце бывают пятна¹.

Я работал над этим рассказом около года, хотя в нем было всего девять тысяч слов.

3. Все понятно, доктор Азимов, но как вы впервые опубликовали фантастический рассказ?

Ах, как опубликовал?

Да вот так. Сочиняя «Космический штопор», я смутно представлял себе, как пойду и отдам его в издательство. Проблема была в том, что я не знал, как это делается, и мне не хватило ума кого-нибудь спросить. Так что мой интерес к рассказу несколько увял; и, если бы не чистая, как мне кажется, случайность, он остался бы в столе вместе с моей писательской карьерой, которая в лучшем случае задержалась бы на много лет.

Видите ли, в то время я так страстно увлекался фантастикой, что вся моя жизнь проходила от журнального выпуска к журнальному выпуску; особенно это касается «Потрясающих историй». Поскольку мой отец по-прежнему продавал газеты и журналы, я точно знал день и час, когда нужно ожидать нового номера, и эти дни превращались в праздник. В частности, «Потрясающие истории» выходили в третью среду каждого месяца.

(Смею заметить, что до недавнего времени у меня оставалось полное собрание сочинений Шекспира, которым я пользовался в 1937 году, когда изучал в колледже литературу; там на форзаце можно обнаружить загадочный ряд чисел. Каждый урок, пока профессор с благоговением разглагольствовал о Шекспире, я считал количество

¹ Мост Веррацано был построен в 1964 году, уже после написания рассказа. (Примеч. пер.)

часов, оставшихся до выхода следующего номера фантастического журнала, и записывал его.)

Наступил апрель 1938 года, и я стал ждать майского номера «Потрясающих историй» почти с маниакальным нетерпением. В нем должны были напечатать новую повесть с продолжением, написанную Джеком Уильямсоном («Легион времени»), а я был горячим поклонником Джека Уильямсона.

Наступило 20 апреля, и я как на крыльях полетел домой.

— Папа, где «Потрясающие истории»? — спросил я.

— Еще не пришли, — сказал отец, слишком занятый делами, чтобы осознать, какой удар он нанес мне в самое сердце.

Я онемел. Ведь была среда. Третья среда месяца.

— Я скоро вернусь, — поспешно сказал я и ушел.

Я знал все газетные киоски в радиусе мили от нашей лавки (все это были конкуренты!) и не пропустил ни одного. Я вернулся через несколько часов с вытянувшимся лицом человека, потерявшего надежду, которое очень встревожило мою рано поседевшую мать (в ней было 4 фута 10 дюймов роста, и ее запасов потенциального беспокойства хватило бы на человека в три раза больше).

Нигде не было и следа «Потрясающих историй»!

«Потрясающие истории» не появились ни на завтрашний день, ни на послезавтрашний. Я бродил по школе рассеян и уныло; я работал в лавке с тоской в сердце, потому что не мог отвести взгляд от этой насмежавшейся надо мной журнальной стойки, где не было «Потрясающих историй».

У меня осталась только одна надежда. Какой-то тупица в издательстве «Стрит энд Смит» неправильно сосчитал среды! Ну конечно, так и

есть. «Потрясающие истории» обязательно выйдут 27 апреля, в четвертую среду месяца.

Они не вышли!

И мне пришлось взглянуть правде в лицо. Я имел достаточно опыта, чтобы знать, что иногда журналы перестают издавать. Если это случилось с «Потрясающими историями», то жизнь моя кончена. Придется вступить в Иностранный легион, чтобы забыться. Но сначала я должен был узнать правду.

Отчаяние заставило меня совершить невообразимый поступок. Я нашел номер издательства в телефонном справочнике и, взяв пятицентовую монетку из кассового аппарата, позвонил туда.

— Где майский номер «Потрясающих историй»? — слабым голосом осведомился я.

Молодая женщина на другом конце провода с идиотской беспечностью сообщила мне, что дату публикации изменили с третьей среды на четвертую пятницу, и журнал выйдет 29 апреля. Так оно и случилось.

До сего дня я не могу забыть преступное безразличие к читателям управленческого аппарата издательства «Стрит энд Смит». Как посмели они изменить дату выхода, не поставив в известность читателей? Какая подлость! Бог знает, сколько мальчишек умерло от разрыва сердца в ту неожиданную девятидневную задержку.

Этот случай двойственным образом сказался на моей литературной карьере. Во-первых, то время, в течение которого я боялся, что «Потрясающие истории» больше никогда не выйдут в свет, оставило в моей душе пезаживающий шрам. С тех пор я осознаю конечность всего сущего. Я понял, что не должен откладывать окончание моего рассказа, потому что я тоже не бессмертен. Поэтому я сел за работу и дописал рассказ.

Во-вторых, я позвонил в «Стрит энд Смит». Оказалось, что это реально существующее учреждение, причем оно находится не в какой-то чужой галактике, а всего в получасе езды от дома на метро. В этом учреждении работали нормальные люди, обычные человеческие существа, которые говорили со мной. Может быть, стоит пойти туда (в то время их контора находилась на Седьмой авеню, 79) и отдать им мой рассказ?

В июне 1938 года я именно так и поступил. Я дошел до секретаря в приемной и, запинаясь, шепотом выдал несколько слов, попросив встречи с мистером Джоном У. Кэмбеллом-младшим (новым редактором «Потрясающих историй»), чтобы показать ему рукопись.

Секретарша позвонила мистеру Кэмбеллу, а я закрыл глаза в ожидании сокрушительного удара. Вместо этого она коротко произнесла:

— Мистер Кэмбелл вас примет!

Меня направили через огромные залы, наполненные кипами бумаги и стопками журналов (включая следующий (!!!) номер «Потрясающих историй»). Я всю жизнь буду помнить запах, который там стоял. Даже сегодня запах старых журналов, изданных на дешевой бумаге, снова возвращает меня во времена моего восемнадцатилетия.

Джон Кэмбелл разговаривал со мной битый час, успокоил меня, сделал вид, что в восторге от того, что я принес ему рассказ. Джон до сих пор занимает должность главного редактора «Потрясающих историй» (правда, теперь журнал выходит под названием «Аналог»), и с тех пор я много раз встречался с Джоном. Позднее, желая получить мои рассказы, он всячески выражал свое восхищение мной; но и в то время, когда я был напуганным восемнадцатилетним мальчишкой, которого он ви-

дел впервые в жизни, Джон обращался со мной с *точно таким же уважением*.

Если вы думаете, что история заканчивается тем, как Джон принимает к печати первый же рассказ, который я принес ему, и меня тут же признают великим писателем-фантастом, то выбросьте это из головы. Возможно, такое могло случиться с А. Ван-Вогтом или Робертом Хайнлайном¹, но не со мной. В тот же вечер Джон прочел рассказ и на следующий день отправил его мне. К рассказу прилагалось двухстраничное письмо, в котором он указывал мне на ошибки и поощрял самым доброжелательным образом.

Невозможно описать, как приятно получить такой отказ. После него я принялся строчить фантастические рассказы со скоростью одного, а то и больше в месяц, и все рассказы приносил Джону Кэмбеллу. Каждый раз, как я приходил, меня приглашали к нему в кабинет; каждый раз меня ждал долгий дружелюбный разговор; каждый раз он отклонял рассказ, прилагая одобрительное письмо; каждый раз я чувствовал себя еще более воодушевленным.

Как писатель я всем обязан Джону Кэмбеллу; и не только я.

Каждый рассказ, который возвращал Джон, я отправлял в два других фантастических журнала, известных мне тогда: в «Удивительные рассказы» и «Захватывающие истории». Отказы множились, за четыре месяца я собрал полдюжины отказов.

Это меня не расстроило, ибо мне помог не только Джон Кэмбелл своей добротой, но и отец, совершивший подвиг веры, который, в свою очередь, не позволил мне пойти на попятную.

¹ Ван-Вогт А., Хайнлайн Роберт — известные американские писатели-фантасты. (Примеч. пер.)

Редакционные отказы совершенно не волновали моего отца. Он уважал мои стремления и папористость, и его нравственные ценности не были запятнаны соображениями славы или финансового успеха. Он требовал от меня только того, чтобы я *старался*.

Он чувствовал, что мои ученые рассказы заслуживают большего, чем такая древность, как старый «Ундервуд». Каким-то образом он сумел накопить 65 долларов, на которые купил мне *совершенно новую* переносную «Смит-Корону», и эта машинка до сих пор у меня.

Когда я увидел перед собой этот сверкающий механизм, будь я даже менее почтительным сыном, я поклялся бы заработать эти деньги и вернуть их отцу, даже если мне придется потратить на это десять лет жизни.

Слава богу, мне понадобилось гораздо меньше времени, чем десять лет. Скорее десять недель.

В октябре 1938 года из «Удивительных рассказов» пришел конверт, в котором лежал чек на 64 доллара. Это был мой первый писательский гонорар, и он окупил пишущую машинку.

Еще в конверте лежало очень любезное письмо от Рея Палмера, тогдашнего редактора «Удивительных рассказов», в котором он говорил, как ему понравился мой опус. Я не мог вставить в рамку чек, но вставил в рамку письмо.

Рассказ назывался «Покинутый на Весте», это был мой третий фантастический рассказ, напечатанный, кстати, на моей антикварной машинке¹. Его опубликовали в выпуске «Удивительных рассказов» за март 1939 года, который дошел до га-

¹ В 1939 году я продал второй написанный мной рассказ — «Угроза с Каллисто», но первый мне так и не удалось продать. (Примеч. авт.)

зетных киосков в январе, всего через пару недель после моего девятнадцатого дня рождения. С того момента я стал печатаемым писателем.

Тем временем я продолжал ежемесячно бомбардировать своими сочинениями Джона Кэмбелла, и наконец он принял мой девятый рассказ («Тенденции»). Рассказ вышел в июльском номере «Потрясающей фантастики» за 1939 год, в нем же был напечатан первый рассказ А. Ван-Вогта «Черный разрушитель», а в предыдущем номере был опубликован первый рассказ Роберта Хайнлайна «Линия жизни».

4. А что же случилось с рассказами, которые вы написали до того, как начали печататься?

Все пропали без следа!

По-моему, за всю свою жизнь я написал шесть рассказов, которые так и не увидели свет; все они были написаны между 1938-м и 1940 годами. Ни один из них не сохранился. Я не знаю, куда они делись; исчезли среди превратностей жизни.

Я не особенно жалею об этих рассказах. Они не очень отличались по стилю от первых опубликованных.

Однако я скучаю по своим бесконечным романам, которые сочинял в начале 30-х годов.

Больше всего по пятицентовой тетрадке, в которой я написал восемь глав «Гринвильских приятелей в колледже». Я отдал бы уйму денег за то, чтобы она снова оказалась у меня в руках.

Мне нравится быть писателем; я всегда получал удовольствие от своего занятия, и я дорого заплатил бы за историю, которая открыла мне мое призвание.

Но, увы, одним хотением не вернешь того, чего давно нет!

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	5
-------------------	---

Часть первая НАУКА

Глава 1. Главное, чтобы сходился баланс	11
Глава 2. Взрыв или не взрыв, вот в чем вопрос	28
Глава 3. Космический четырехлистник	45
Глава 4. Просто невозможно!	62
Глава 5. Дело в масштабе	78
Глава 6. Небесный калейдоскоп	95
Глава 7. Химическая знакомания	109
Глава 8. Великое рождение	125
Глава 9. Постучи по пластмассе!	142

Часть вторая ЧИСЛА

Глава 10. Звуки музыки	161
Глава 11. Все реки текут	178
Глава 12. Яблоку негде упасть	192
Глава 13. Прямо под ногами	207
Глава 14. Время нашей жизни	221
Глава 15. Путешествия не во времени	237
Глава 16. 12,369	252

Часть третья Я

Глава 17. Портрет писателя в детстве	271
--	-----

Айзек Азимов

ЗАГАДКИ МИКРОКОСМОСА

Знаменитый писатель-фантаст, ученый с мировым именем, великий популяризатор науки, автор около 500 научно-популярных, фантастических, детективных, исторических и юмористических изданий приглашает вас в увлекательное путешествие по микрокосмосу.

В этой занимательной книге А. Азимов приоткрывает завесу тайны над миром атомов и молекул. Повествует о строении Вселенной, свойствах небесных тел и галактик, о действиях законов природы для микромира и о превращении вещества в энергию. С присущим ему чувством юмора автор преподносит самые интересные факты об удивительной структуре микромира.

Книги А. Азимова — это оригинальное сочетание научной достоверности, яркой образности, мастерского изложения.

ISBN 5-9524-1201-7



9 785952 412019